

NILTON BARTH FILHO

MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÃO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA COM USO DE PARCELAS PERMANENTES

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Manejo Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta

CURITIBA

2002



Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias – Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – CAMPUS III
80210-170 - CURITIBA - Paraná
Tel. (41) 360.4212 - Fax. (41) 360.4211 - <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao>
e-mail: pinheiro@floresta.ufpr.br

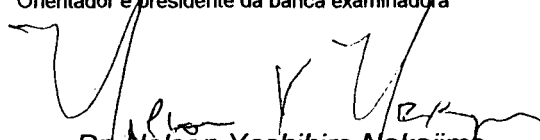
PARECER

Defesa nº 473

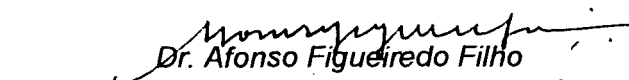
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o mestrando **NILTON BARTH FILHO** em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO E DA PRODUÇÃO EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA COM USO DE PARCELAS PERMANENTES", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do acadêmico, habilitando-a ao título de *Mestre em Ciências Florestais*, na área de concentração em *Manejo Florestal*.


Dr. Carlos Roberto Sanquetta

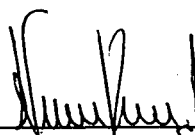
Professor e pesquisador do Departamento de Ciências Florestais da UFPR
Orientador e presidente da banca examinadora


Dr. Nelson Yoshihiro Nakajima

Professor e pesquisador da Fundação Universidade Regional de Blumenau
Primeiro examinador


Dr. Afonso Figueiredo Filho
Professor e pesquisador da UNICENTRO
Segundo examinador

Curitiba, 17 de maio de 2002.



Nivaldo Eduardo Rizzi
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Franklin Galvão
Vice-coordenador

BIOGRAFIA

NILTON BARTH FILHO, filho de Nilton Barth e Alminda da Silva Barth, nasceu em 08 de fevereiro de 1969 em Rio do Sul, Santa Catarina.

Graduou-se em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná entre os anos de 1990 a 1994.

Em março de 1999 iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, nível de Mestrado, na Área de Concentração Manejo Florestal, na Universidade Federal do Paraná.

Em julho de 2001 foi empossado Diretor do Departamento de Meio Ambiente na Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Colombo, ocupando este cargo até a presente data.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Dr. Carlos Roberto Sanquetta, pela amizade e credibilidade que teve pela minha pessoa.

Aos co-orientadores Professores Dr. Sylvio Péllico Netto e Dra. Christel Lingnau, por todo apoio e dedicação ao meu trabalho.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná e à CAPES, pela possibilidade da realização do curso e pelo apoio financeiro à presente pesquisa.

Ao parceiro Willian Pölz, que teve grande participação na implantação em campo do presente sistema. Ao meu grande amigo Teddy R. da Cruz, pela ajuda prestada em momentos importantes. A Ricardo Dantas Neves, que como estagiário inicialmente, e como um grande amigo posteriormente, auxiliou nos trabalhos. Aos colegas Cristiano Dallagrana e Noemi Maia, que também auxiliaram no momento de remediações. A todos os funcionários da empresa Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda., que de alguma forma participaram ou auxiliaram os trabalhos de coleta de dados.

A você, Ana Paula Dalla Corte, por sua grandiosa ajuda e fiel amizade.

Ao Prof. Alessandro Camargo Ângelo, meu grande amigo, pelos incentivos, elucidações, recomendações e atenção prestada.

A todos os Professores que durante o Curso de Pós-Graduação tiveram algum contato comigo, seja como mestre ou como amigo.

Aos funcionários da Secretaria do Curso de Pós-Graduação pelo bom atendimento e contato direto.

A todos os meus colegas e amigos do curso, os quais eu garanto, terei boas lembranças.

A vocês Jumara Adriana Pessini de Almeida e Elisa Maria Jussen Borges, pela grande força na reta final de meu trabalho. Vocês me passaram muita energia.

A vocês Ingrid Cristini, Nicole Louise e André Eduardo, razões de minha vida.

Ao meu PAI, o Sr. Nilton Barth, mentor do meu sonho
e a minha querida MÃE, a Sra. Alminda da S. Barth.

DEDICO

SUMÁRIO

BIOGRAFIA.....	ii
AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 INVENTÁRIO FLORESTAL.....	5
2.2 SISTEMAS DE INVENTÁRIO.....	5
2.3 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO	5
2.4 PARCELAS PERMANENTES	6
2.4.1 Objetivos das Parcelas Permanentes.....	6
2.4.2 Número de Parcelas Permanentes.....	6
2.4.3 Tamanho e Forma de Parcelas Permanentes	7
2.4.4 Medições em Parcelas Permanentes	8
2.4.5 Processamento de Dados Coletados em Parcelas Permanentes.....	9
2.5 ESTUDOS REALIZADOS COM UTILIZAÇÃO DE PARCELAS DE 1 ha	9
2.5.1 No Brasil	10
2.5.2 No Mundo	12

2.6	ESTRUTURA DA FLORESTA.....	14
2.6.1	Estrutura Horizontal.....	15
2.6.1.1	Densidade.....	16
2.6.1.2	Dominância.....	16
2.6.1.3	Frequência.....	16
2.6.2	Estrutura Vertical.....	17
2.6.2.1	Estratificação vertical.....	17
2.6.3	Estrutura Dimensional.....	18
2.6.3.1	Distribuição diamétrica.....	18
2.7	PROCESSOS DINÂMICOS DA FLORESTAL.....	19
2.7.1	Dinâmica Florestal.....	19
2.7.2	Crescimento Florestal.....	21
2.7.3	Mortalidade de Árvores.....	23
2.7.4	Ingresso ou Recrutamento de Árvores.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA TESTE DO SISTEMA.....	25
3.1.1	Localização.....	25
3.1.2	Clima.....	26
3.1.3	Solos.....	27
3.1.4	Vegetação.....	27
3.2	Descrição das Parcelas Permanentes.....	28
3.2.1	Formação mista de pinheiro no dossel e gramíneas no subosque – Tipo A.....	29
3.2.1.1	Parcela 1.....	29
3.2.1.2	Parcela 4.....	29
3.2.2	Formação Florestal com Predomínio de Pinheiro no Dossel – Tipo B.....	31
3.2.2.1	Parcela 2.....	31
3.2.2.2	Parcela 6.....	31
3.2.3	Formação Florestal Natural Mista de Pinheiro com Folhosas no Dossel- Tipo C... ..	33
3.2.3.1	Parcela 3.....	33
3.2.3.2	Parcela 5.....	33
3.2.3.3	Parcela 7.....	34
3.2.3.4	Parcela 8.....	34
3.3	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL UTILIZADO NO MONITORAMENTO.....	37

3.4	DELINEAMENTO DO SISTEMA UTILIZADO EM CAMPO	38
3.4.1	Escolha do Local para Instalação das Parcelas Permanentes	38
3.4.2	Marcação das Árvores nas Parcelas Permanentes	39
3.4.3	Numeração das Árvores nas Parcelas Permanentes	39
3.4.4	Mapa das Parcelas Permanentes.....	40
3.4.5	Medição de Alturas.....	41
3.4.6	Identificação das Espécies Encontradas nas Parcelas Permanentes.....	41
3.4.7	Manutenção das Parcelas Permanentes	41
3.5	ANÁLISE DA ESTRUTURA DA FLORESTA.....	42
3.5.1	Estrutura Horizontal.....	42
3.5.2	Estrutura Vertical.....	42
3.5.3	Estrutura Dimensional	43
3.6	ANÁLISE DA DINÂMICA FLORESTAL.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
4.1	SISTEMA DE INVENTÁRIO PARA O MONITORAMENTO DE FLORESTAS NATURAIS.....	44
4.1.1	Escolha do Bioma, da Área e do Local de Instalação.....	44
4.1.2	Tamanho e Forma das Parcelas Permanentes	45
4.1.3	Identificação das Espécies	45
4.1.4	Medições, Numeração e Marcação das Árvores	46
4.1.5	Manutenção das Parcelas e Placas de Identificação.....	46
4.1.6	Processamento de Dados e Análises	47
4.1.7	Mapa das Parcelas Permanentes.....	47
4.2	ESTRUTURA DA FLORESTA.....	48
4.2.1	Estrutura Horizontal.....	50
4.2.1.1	Densidade.....	51
4.2.1.2	Dominância.....	54
4.2.1.3	Frequência.....	56
4.2.2	Estrutura Vertical.....	58
4.2.2.1	Distribuição hipsométrica	58
4.2.2.2	Estratificação vertical	60
4.2.3	Estrutura Dimensional	64
4.2.3.1	Distribuição diamétrica.....	64

4.3	DINÂMICA DA FLORESTA	71
4.3.1	Crescimento	71
4.3.2	Mortalidade	74
4.3.3	Ingresso ou Recrutamento	75
CONCLUSÕES.....		78
RECOMENDAÇÕES		81
BIBLIOGRAFIA.....		82
ANEXOS.....		87

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Localização da área de estudo.....	26
FIGURA 2 -	Parcelas 1 e 4 respectivamente, representando a tipologia florestal de Formação Mista de Pinheiro no Dossel e Gramíneas no Subosque. Ambas possuíam densidade acima de 50% e dominância acima de 90% de pinheiros.....	31
FIGURA 3 -	Parcelas 2 e 6 respectivamente, representando a tipologia Formação Florestal com Predomínio de Pinheiro no Dossel. Houve quase a ausência de imbuías e canelas, porém com boa representação de erva-mate no subosque.....	33
FIGURA 4 -	Parcelas 3 e 5 respectivamente, representando a tipologia Formação Florestal Natural Mista de Pinheiro com Folhosas no Dossel. Não ocorreu uma diferenciação nítida do pinheiro com relação à outras espécies.....	36
FIGURA 5 -	Parcelas 7 e 8 respectivamente, representando a tipologia Formação Florestal Natural Mista de Pinheiro com Folhosas no Dossel. Não ocorreu uma diferenciação nítida do pinheiro com relação à outras espécies.....	37
FIGURA 6 -	Esquema da parcela permanente de 1 ha com sua orientação, dimensões, sentido de caminhamento e arestas.....	41
FIGURA 7 -	Representação gráfica dos valores relativos dos parâmetros de Densidade, Dominância e Freqüência para as principais espécies que ocorreram na floresta (8 ha).....	53
FIGURA 8 -	Representação gráfica do valor relativo do parâmetro densidade para as principais espécies da floresta dentro das diferentes tipologias.....	54
FIGURA 9 -	Representação gráfica do valor relativo do parâmetro dominância para as principais espécies da floresta dentro das diferentes tipologias.....	56
FIGURA 10 -	Representação gráfica do valor relativo do parâmetro dominância para as principais espécies da floresta dentro das diferentes tipologias.....	58
FIGURA 11 -	Representação da distribuição das alturas com intervalo de classe de 4 m para o total da floresta e para as três tipologias encontradas.....	60
FIGURA 12 -	Representação gráfica da distribuição das alturas com intervalo de classe de 4 m para a floresta e para as principais espécies.....	61

FIGURA 13 - Diagrama h-m para as principais tipologias encontradas na área florestal. As setas indicam pontos de diferenciação de estratos.....	63
FIGURA 14 - Diagrama h-m para as principais espécies com as setas indicando pontos de diferenciação de estratos.....	64
FIGURA 15 - Diagrama h-m para as principais tipologias encontradas na área florestal. As setas indicam pontos de diferenciação de estratos.....	65
FIGURA 16 - Representação da distribuição diamétrica em intervalo de classe de 10 cm para as tipologias encontradas na floresta.....	67
FIGURA 17 - Distribuição do número de árvores por classe de diâmetro com intervalo de classe de 10 cm, por hectare e para as oito parcelas nos anos de 1998 e 2000 agrupados por espécies.....	69
FIGURA 18 - Distribuição do número de árvores por classe de diâmetro nos anos de 1998 e 2000.....	71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Áreas das fazendas da empresa Indústrias Pedro N. Pizzatto submetidas a planos de manejo onde foram instaladas as parcelas permanentes.....	27
TABELA 2 -	Lista das espécies que ocorrem nas parcelas permanentes com nome vulgar, nome científico e família que pertencem. Algumas espécies possuem sinonímia do nome comum.....	51
TABELA 3 -	Quadro resumo de alguns parâmetros dendrológicos e fitossociológicos encontrados na floresta para as parcelas permanentes.....	52
TABELA 4 -	Comparação dos valores relativos a composição florística encontrada nesta área de estudo com trabalhos anteriores no bioma floresta ombrófila mista.....	53
TABELA 5 -	Valores de densidade por hectare, para o total das oito parcelas e em valores relativos para cada espécie.....	55
TABELA 6 -	Valores de dominância por hectare, para o total das oito parcelas e em valores relativos para cada espécie.....	57
TABELA 7 -	Valores de frequência por hectare, para o total das oito parcelas e em valores relativos para cada espécie.....	59
TABELA 8 -	Representação do crescimento em diâmetro médio anual por classes de DAP para as principais espécies encontradas na floresta.....	74
TABELA 9 -	Representação do crescimento em diâmetro das principais espécies dentro de cada parcela e média para a tipologia florestal.....	75
TABELA 10 -	Número de árvores mortas por classe de diâmetro com intervalo de classe de 10 cm para o total amostrado da floresta (8 ha) e por parcela para o período de 1998 a 2000.....	76
TABELA 11 -	Número de árvores ingresso por espécie e por parcela para o período de 1998 a 2000, identificando também o número de espécies encontradas em cada parcela.....	78
TABELA 12 -	Balanco entre a mortalidade e o ingresso das duas principais espécies da floresta analisada.....	79

RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa foi apresentar um sistema de inventário florestal contínuo utilizado para monitorar o crescimento e a produção em florestas naturais para as condições de campo. O estudo de caso foi implementado em Floresta com Araucária no sul do Paraná, Brasil, cujos processos dinâmicos foram levados em consideração para o teste do sistema. A área de estudo está localizada no município de General Carneiro, em fazendas da empresa Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda., que possui uma área total de 3.045 hectares de floresta sob manejo sustentável. Oito parcelas permanentes de um hectare cada foram instaladas na área de estudo no ano de 1998, onde cada parcela foi dividida em 25 subparcelas de 400 m² cada (20 m x 20 m). Na parcela, todas as árvores com DAP superior a 10 cm foram identificadas, etiquetadas, pintadas e medidas o DAP e também a altura total das árvores. Os dados foram tomados e registrados em fichas de campo. Foram feitos croquis de localização das árvores que ocorreram nas parcelas em uma escala de 1:100 usando distâncias tomadas com trena até os limites da parcela. Estes mapas feitos em papel milimetrado e utilizados para localizar as árvores durante as remediações. Todos os dados foram transferidos em planilhas do Excel®. Remediações anuais subsequentes foram feitas em todas as parcelas, e complementar atividade de georeferência das parcelas usando GPS no ano 2000. Mudanças estruturais foram estudadas durante as remediações, fazendo estimativas dos parâmetros horizontais como densidade, dominância e frequência, bem como os parâmetros verticais (distribuição hipsométrica e estratificação vertical). A análise dimensional foi complementada com a avaliação da distribuição diamétrica. Os processos dinâmicos da floresta, como o crescimento em diâmetro, mortalidade e ingresso foram estudados para o período de 1998 a 2000. Um total de 3.524 árvores foram encontradas nas parcelas com média de 403 árv/ha. Importantes famílias ocorreram nas parcelas como Araucariaceae (28%), Aquifoliaceae (18%), Lauraceae (9%) e Myrtaceae (5% do total da densidade). A área basal no ano de 1998 da floresta foi de 25,71 m²/ha, onde o pinheiro representou 52% desta variável com 13 m²/ha, 4 m²/ha para a imbuia e 2 m²/ha para a erva-mate. A altura média do pinheiro foi de 15,73 m, enquanto a imbuia e a erva-mate tiveram altura média de 12,67 m e 7,63 m, respectivamente. A floresta apresentou dois estratos verticais, 10% abaixo de 12,5 m de altura e 90% acima de 12,5 m de altura. A distribuição de diâmetros da floresta apresentou curva de "J-invertido", com 63% das árvores incluídas na primeira classe (10 a 20 cm). A taxa média de crescimento em diâmetro durante o período analisado foi de 0,1276 cm/ano, onde 0,1298 e 0,0034 cm/ano foram os valores para o pinheiro e erva-mate, respectivamente. A taxa de mortalidade foi de 1,84% para a densidade inicial, e a taxa de recrutamento foi de 5,03%. A configuração do sistema de inventário florestal contínuo provou ser para muitos usos, prático e apropriado para análises de dinâmica florestal, com especial referência para avaliação de crescimento, mortalidade e ingresso, sendo estes os parâmetros mais importantes para considerar na produção sustentável no manejo de florestas naturais.

ABSTRACT

This research has a main objective to present a continuous forest inventory (FCI) system developed to monitoring growth and yield of natural forests under field conditions. The case study was the natural araucaria forest (*Araucaria angustifolia*) in southern Parana, Brazil, whose the dynamic processes were taken into consideration to test the system. The study site is located in General Carneiro district, on lands of the Indústrias Pedro N. Pizzatto Ltda Company, which owns a total are of 3.045 hectares under sustainable forest management. Eight permanent plot of 1 hectare were established in the study site in 1998, which were divided in 25 subplots of 400 m² each (20 m x 20 m). In the plot, all trees above 10 cm DBH were identified, tagged, marked in its measurement position and measured in DBH and total trunk height. The data were colleted and registered on field sheets. Maps of the trees in a 1:100 scale occurring in the plots were drawn by using distance measurements taken with conventional tapes. These maps drawn on millimeter paper were useful for finding the trees during the remeasurements. Data were transferred to Excel® spreadsheets. Subsequent annual remeasurements were carried out in all plots, and complementary georreference activities using GPS were conducted during year 2000. Structural changes during the remeasurement horizon were studied, taking into account horizontal parameters such as density (abundance), dominance and frequency as well as vertical parameters (tree height frequency and vertical stratification). Size analysis were also carried out through diameter distribution evaluation. Forest dynamic processes, as diameter growth, mortality and recruitment were studied for the period of 1998 to 2000. A total of 3,524 were recorded in the plots, with average of 403 trees/ha. Important families occurring in the plots were Araucariaceae (28%), Aquifoliaceae (18%), Lauraceae (9%) and Myrtaceae (5% of the total abundance). Initial basal area of the forest was 25.71 m²/ha, where Araucaria represented 52% of this variable, with 13 m²/ha, followed by Imbuia (4 m²/ha) and Erva-mate (2 m²/ha). Araucaria mean height was 15.73 m, while Imbuia's and Erva-mate's mean height were 12.67 m and 7.63, respectively. Forest showed two vertical strata under and above 12.5 m (90% above and 10% below). Diameter distribution of the forest as a whole was typically a "J-reverse", with 63% of the trees included in the lowest class (10 to 20 cm). However, Araucaria diameter distribution was rather different. Mean diameter growth rate during the period of analysis was 0.1276 cm/ha/year, while 0.1298 and 0.0034 cm/ha/year were the values for Araucaria and Erva-mate, respectively. Mortality rate was 1.84% of the initial density, whereas recruitment rate was 5.03%. Araucaria recruitment was 7.68%, higher than mortality. The configuration of the FCI system proved to be very useful, practical and appropriate for forest dynamics analysis, with special reference to growth, mortality and recruitment evaluation, those most important parameters to judge sustainable yield in managed natural forests.

1 INTRODUÇÃO

O Paraná possui três grandes Unidades Fitogeográficas Florestais ou Biomas que são a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, além de outras formações menores e esparsas como a Savana Arbórea (Campo Cerrado), Estepe Gramíneo-lenhosa (Campos) e Áreas de Formações Pioneiras (Restinga e Mangue).

O presente estudo de caso está inserido em Floresta Ombrófila Mista, conhecida também como Floresta com Araucária ou Pinheiral, dominada pelos gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (australásicos) e *Podocarpus* (afro-asiático). Apresenta quatro formações distintas: (a) Aluvial, em terraços antigos ao longo dos flúvios; (b) Submontana, de 50 até mais ou menos 400 m de altitude; (c) Montana, de 400 até mais ou menos 1000 m de altitude; e (d) Alto-montana situada a mais de 1000 m de altitude, (VELOSO et al., 1991).

MAACK (1968) cita que as florestas do Paraná começaram a ser derrubadas ainda no século passado, quando dispunha de uma área de florestas em torno de 16.782.400 ha, sendo 7.378.000 ha com floresta natural de Araucárias. Dados coletados por DILLEWIJN (1966), citados por IBDF (1984), apresentaram 216.109 ha para o tipo I¹ e 1.351.650 ha para o tipo II². MAACK (1978) quantificou em 89.296 ha para o tipo I e 344.283 ha para o tipo II e no trabalho realizado pelo IBDF (1984) foram estimados 48.985 ha e 220.645 ha para os tipos I e II, respectivamente.

Os últimos dados registrados reportando o bioma Floresta com Araucária foram de que as florestas do tipo I praticamente já não existem mais, restando apenas o tipo II, secundárias desenvolvidas e primárias alteradas, sendo que a quantificação deste tipo ficou comprometida neste trabalho, visto que os parâmetros

¹ Tipo I – Floresta com Araucária pura de produção, com densidade entre 80 a 100%.

² Tipo II – Floresta com Araucária com densidade entre 50 a 80%.

de avaliação são diferentes, tratados como cinco tipos florestais: estágio inicial de sucessão, estágio médio de sucessão, estágio avançado de sucessão, com predomínio de pinheiro e reflorestamento, (PROBIO, 2001).

O grande impulso da colonização e da atividade madeireira no Paraná deu-se após a Segunda Guerra Mundial. Também contribuíram para isso as ondas de colonização e ocupação do território estadual por imigrantes e migrantes de São Paulo, Minas Gerais e mais tarde do Rio Grande do Sul. Mais adiante, com um novo impulso migratório de gaúchos e catarinenses nas décadas de 60 e 70, em busca de expansão de áreas agricultáveis, as reservas de pinheiro sofreram novo processo de devastação.

Segundo IBDF (1984), a primeira legislação sobre extração de madeira no Brasil surgiu em 1799, contendo determinações sobre seu corte e exportação. Em 1850, com a Lei Imperial n.º 601, tentou-se conter abusos na exploração e contrabando do pau-brasil. O Código Florestal do Paraná de 1907 constava a proibição do corte de pinheiros nas fases minguantes da lua. A Lei n.º 1629, criada em 1928, autorizava a criação de florestas protetoras e reservas florestais. Em 1934 com o Decreto n.º 23.793 fixava-se penalidades por crimes de contravenção quanto a cortes florestais. Em 1941, devido à intensa exploração do pinheiro, o Governo Federal criou o Instituto Nacional do Pinho (INP), pelo Decreto n.º 3124. Finalmente em 1965, um novo Código Florestal foi sancionado, por meio da Lei n.º 4.771, que por sua objetividade continua em vigor até os dias atuais. A Instrução Normativa baixada pelo IBDF em 1980, estabeleceu regras para exploração e reposição florestal, podendo ser cortados pinheiros com o mínimo de 40 cm de diâmetro à altura do peito (IBDF, 1984). Legalmente amparado, o bioma Floresta com Araucária deveria estar conservado, mas isto não ocorreu de forma satisfatória e como consequência o pinheiro é hoje uma espécie ameaçada de extinção.

E enfim, a Resolução n.º 278/01 - CONAMA, considerando que é prioridade garantir a conservação e a recuperação das espécies nativas da mata Atlântica ameaçadas de extinção. Esta resolução considera o pinheiro como uma destas

espécies bem como a inexistência de informações técnicas e científicas consistentes que assegurem o adequado e sustentável manejo de espécies ameaçadas. Diante disto, justifica-se o estudo da floresta por meio de monitoramento do crescimento e produção, sendo o inventário florestal contínuo a ferramenta fundamental para que se obtenha parâmetros sobre a ecologia das espécies.

O Inventário Florestal Contínuo é ferramenta de extrema importância para avaliar seu crescimento médio em florestas naturais, sem os quais deixa-se de obter valiosas informações sobre seus processos dinâmicos. A atividade mais importante neste processo é a manutenção de parcelas permanentes para a obtenção de dados com qualidade, sendo coletados de forma criteriosa. Isto só favorece a implementação de uma metodologia para implantação de um Sistema de Inventário Florestal Contínuo.

Informações pertinentes ao crescimento e produção em floresta natural são de grande importância para ampliar o conhecimento sobre a rentabilidade econômica, ecológica e social de cada espécie que a compõe. Pode-se avaliar os processos dinâmicos em Florestas Naturais por meio de análise dos fatores bióticos e abióticos que influenciam em seu desenvolvimento. O conhecimento do crescimento e produção podem ser direcionados para fins de manejo, de ecologia ou para ambos, como o manejo com sustentabilidade dos recursos naturais.

1.1 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo principal apresentar o delineamento e aplicação de um sistema de inventário contínuo para monitoramento de crescimento e produção, bem como de caracterizar as mudanças ocorridas na estrutura e nos processos dinâmicos em uma Floresta com Araucária.

Os objetivos específicos da pesquisa foram:

- a) Caracterizar a estrutura horizontal, vertical e dimensional dos principais tipos florestais que ocorrem na área de estudo;
- b) Caracterizar as mudanças ocorridas nos processos dinâmicos ao longo das remediações, por meio de análise do crescimento, mortalidade e ingresso.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INVENTÁRIO FLORESTAL

Para HUSCH *et al.* (1972), Inventários Florestais são usualmente considerados como sinônimo de estimativas de madeira. Um inventário florestal é uma tentativa de descrever a quantidade e a qualidade da floresta e muitas das características do local onde as árvores estão crescendo.

Hoje, este conceito, apesar de sua utilidade, está defasado, sendo realizados com múltiplas finalidades, seja em avaliações quantitativas de disponibilidade dos produtos florestais como em estudos ambientais.

2.2 SISTEMAS DE INVENTÁRIO

Um Sistema de Amostragem é a aglutinação de métodos e/ou processos, bem como os procedimentos de medição visando auferir aos inventários florestais uma precisão satisfatória, maior eficiência e flexibilidade e também o menor custo operacional possível.

VANCLAY (1994) cita que alguns sistemas monitoram a produção, o crescimento e o corte por remediações em parcelas permanentes. É importante no inventário contínuo que as parcelas sejam representativas e estabelecidas em várias tipologias florestais ou em condições proporcionais à sua área.

2.3 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO

Em um Inventário Florestal Contínuo, todas as parcelas medidas na primeira ocasião são instaladas de maneira que possam ser remedidas em uma ocasião seguinte (PRODAN *et al.*, 1997), sendo a medição repetida e diretamente comparável para todas as árvores das parcelas permanentes. Pode ser conduzido pelas seguintes modalidades (a) Amostragem Independente, (b) Repetição Total, (c) Repetição Parcial e (d) Amostragem Dupla (FUPEF, 1978).

2.4 PARCELAS PERMANENTES

Parcelas permanentes, em inventários florestais, são unidades amostrais de tamanhos predeterminados, onde a coleta dos dados na floresta é tomada periodicamente. Para PRODAN *et al.* (1997), o uso de parcelas permanentes é a maneira mais própria utilizada para estudos de crescimento e produção em um inventário contínuo, sendo a estimativa mais precisa para crescimento.

Apesar das parcelas temporárias possuírem menores custos, melhor flexibilidade da utilização de novos instrumentos e métodos de medição. As parcelas permanentes possuem algumas vantagens sobre as parcelas temporárias como estimativas de crescimento passado com maior precisão para uma mesma intensidade amostral, maiores correlações entre as medições, captam mortalidade e ingresso com maior precisão.

2.4.1 Objetivos das Parcelas Permanentes

Fornecer os mesmos subsídios necessários que parcelas temporárias para a tomada de decisões sobre a floresta onde estão instaladas, porém é importante que as parcelas permanentes recebam o mesmo manejo que a floresta onde está inserida como cortes, tratamentos silviculturais e outros.

2.4.2 Número de Parcelas Permanentes

VANCLAY (1994) cita que é melhor obter dados de menos parcelas fornecendo maior confiabilidade, com criteriosa coleta de dados, do que de muitas parcelas e coleta inadequada. O número de parcelas depende da variabilidade da floresta e da necessidade de amostrar toda a amplitude de condições desta floresta. Outro ponto decisivo é a quantia em recursos financeiros disponíveis. A qualidade da parcela é primordial, e se os recursos são limitados, é melhor reduzir o número de parcelas e manter um padrão, do que comprometer os dados.

ALDER e SYNNOTT (1992) sugerem uma parcela de 1 ha para cada 1000 ha de floresta em algumas regiões tropicais, tendo porém certa dificuldade para se definir um número de parcelas permanentes requeridas por critérios puramente estatísticos. Isto pode servir como um guia, mas este número depende dos recursos financeiros disponibilizados e das condições ambientais locais. VANCLAY (1994) cita que a qualidade da parcela deve ser primordial e se os recursos são limitados é melhor reduzir o número de parcelas e manter um bom padrão do que comprometer os dados a serem coletados.

2.4.3 Tamanho e Forma de Parcelas Permanentes

O tamanho da parcela pode ser suficientemente pequeno quando existe homogeneidade a respeito do tipo florestal e a produtividade de sítios e suficientemente grande para fornecer a representatividade de uma população. VANCLAY (1994) recomenda o uso de parcelas de um hectare por permitir maior flexibilidade de análises. ALDER (1980) sugere parcelas de 1 ha, tendo porém que se considerar os sítios, bem como a diversidade e distribuição das espécies. Para PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN (1995), em inventários florestais quanto maior o tamanho das parcelas menor será o número das mesmas e a decisão deve basear-se na precisão requerida, na variabilidade da floresta e no custo.

VANCLAY (1994) cita que a forma das parcelas deve ser baseada na minimização do perímetro e do número de arestas. Parcelas triangulares são raramente utilizadas, possuindo maior perímetro. Parcelas circulares são definidas por um ponto central e um raio, caso sejam maiores que 0,1 ha recomenda-se o uso de outras formas (ALDER, 1980). As parcelas retangulares são mais versáteis por possuírem quatro arestas, quando perdemos uma delas, marcamos as outras e podemos determiná-la novamente. Parcelas quadradas possuem um menor perímetro do que retangulares e em termos de custos são mais eficazes do que retangulares de área igual, PIRES-O'BRIEN e O'BRIEN (1995).

SILVA *et al.* (1984) recomendam o uso de parcelas permanentes quadradas para florestas tropicais pelas seguintes razões:

- a) Têm um menor perímetro que faixas ou retângulos de mesma área, conseqüentemente, os custos de implantação e manutenção são menores;
- b) Parcelas quadradas, de tamanho e distribuição apropriados, podem alcançar erros padrões menores que igual área de parcelas em faixas ou retângulos;
- c) São mais difíceis de serem cortadas por picadas ou estradas do que parcelas retangulares de comprimento muitas vezes maiores que a largura. São também mais fáceis de alocar no sentido de evitar banhados, aflorações rochosas, etc., sem induzir a alguma tendenciosidade.

2.4.4 Medições em Parcelas Permanentes

Teoricamente, a freqüência com que a parcelas devem ser medidas é influenciada por dois fatores: a fácil localização e identificação das árvores e a taxa de crescimento relativa ao erro (VANCLAY, 1994). O incremento deve ser substancialmente maior que o erro associado com as medições. Se a precisão das medições for reduzida, maiores serão as estimativas da variância e para fornecer precisão suficiente nas medições em diâmetro, as árvores na parcela permanente devem ser medidas milimetricamente.

Remedições devem ser freqüentemente suficientes para assegurar que a localização na parcela e a identificação dos fustes não sejam perdidas. Para alguns tipos florestais isto pode ocorrer a cada dois anos (VANCLAY, 1994). Para Florestas Tropicais e Florestas Temperadas ALDER (1980) recomenda um intervalo de 3 a 5 anos entre as remedições das parcelas. A precisão dos incrementos obtidos será tão melhor quanto maior for o intervalo de remedição feito nas parcelas permanentes.

As medições devem ser feitas durante a estação fria do ano, momento de menor crescimento do xilema, devendo ser sempre durante a mesma estação evitando períodos de rápida mudança ou em condições ambientais adversas como após uma época de chuvas ou de seca.

2.4.5 Processamento de Dados Coletados em Parcelas Permanentes

O ciclo dos dados estende-se desde sua definição, coleta, validação, armazenagem, análise até a síntese (VANCLAY, 1994). O primeiro passo é definir quais as informações são necessárias e quais os procedimentos para sua coleta.

A coleta é geralmente feita com o uso de fichas de campo confeccionadas de acordo com o que se deseja saber da floresta, e os dados a serem coletados podem ser o diâmetro, alturas total e comercial, qualidade do fuste, condição da copa. A validação se faz aos dados com afinidades, em meio computacional, para a verificação da consistência e coerência entre os mesmos.

A armazenagem pode ser feita em meio digital, em ambiente específico de processamento, banco de dados ou em planilhas. A formatação destes dados depende do ambiente que será utilizado para o seu manuseio. São preferíveis ambientes abertos para que não incorram em transformações dos dados e até modificações de equações quando se fizer necessário.

A análise ou processamento pode ser feito por meio de programas que são desenvolvidos para tal procedimento, produzindo uma série de relatórios que fornecem variáveis quantitativas e qualitativas da floresta.

2.5 ESTUDOS REALIZADOS COM UTILIZAÇÃO DE PARCELAS DE 1 ha

Os processos dinâmicos de Florestas Naturais da Amazônia vem sendo monitorada pela Embrapa Amazônia Ocidental (EMBRAPA-CPATU), na Floresta Nacional do Tapajós, no município de Santarém desde 1981, com parcelas permanentes de 0,25 ha e 1 ha. Em São João do Triunfo, centro sul do Paraná,

LONGHI (1980) e TELLO (1980) utilizaram parcelas permanentes de 1 ha para seus estudos, que tiveram sua reutilização para monitoramento a partir de 1994 coordenado pelo Professor Carlos Roberto Sanquetta do Departamento de Ciências Florestais da UFPR. Atualmente diversos ecossistemas, condições de manejo e sucessão possuem monitoramento semelhante.

2.5.1 No Brasil

SCHAAF (2001) caracterizou as mudanças ocorridas no período de 1979 a 2000 em termos de composição florística, estrutura horizontal, estrutura diamétrica e dinâmica florestal. Em 1979 foram medidas todas as árvores com $DAP \geq 20$ cm e em 2000 todas as árvores com $CAP \geq 62,8$ cm foram medidas, sendo que os indivíduos que não haviam sido computados foram considerados como árvores ingresso e os que não encontrados como mortos. A distribuição diamétrica da floresta, tanto em 1979 como em 2000, apresentou forma decrescente do tipo J-invertido. A floresta apresentou mortalidade de 24,05% e ingresso de 27,71%, ou seja, houve um aumento líquido de 3,66% no período analisado. A floresta cresceu em termos medianos 5,30 cm em diâmetro e 0,02882 m² em área basal entre 1979 e 2000. a distribuição encontrada dos incrementos apresentou-se bimodal e a área basal unimodal.

PIZATTO (1999) avaliou as características da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista. A área estudada localiza-se em São João do Triunfo, região centro sul do Paraná compreendendo, aproximadamente 32 ha de área total. Analisou a mudança da composição florística, a estrutura horizontal (abundância, dominância e frequência), a estrutura vertical (diagrama h-M e posição sociológica), diamétrica e hipsométrica, as taxas de incremento (em diâmetro e área basal), a mortalidade e o ingresso, durante o período de 1995 a 1998. Em junho de 1995, foram locadas e instaladas três parcelas permanentes de 1 ha e uma parcela de 0,5

ha. Foram identificadas, numeradas, medidas e pintadas todas as árvores com DAP maior que 10 cm. Dos 2.018 indivíduos amostrados em 1995 foram encontradas 65 espécies. Em 1998, foram 2.140 indivíduos amostrados com 66 espécies identificadas e distribuídas em 46 gêneros e 30 famílias botânicas. A *Araucaria angustifolia* foi a espécie mais abundante, dominante e freqüente, sendo considerada a mais importante dentro da estrutura horizontal da floresta.

DURIGAN (1999) fez o mapeamento dos solos, estrutura, dinâmica e potencial protéico de algumas espécies florestais ocorrentes na Floresta Ombrófila Mista utilizando 4 parcelas de 1 ha, sendo medidos todos os indivíduos com DAP igual ou superior a 10 cm. As medições foram tomadas no período de 1997 a 1998, coletando-se folhas e galhos finos nas quatro estações do ano, onde foram analisados o teor de proteína bruta e degradabilidade “in vivo” da matéria seca. Foram encontradas 69 espécies incluídas em 44 gêneros e 29 famílias. A família Araucariaceae teve destaque em todas as análises. Quanto a análise protéica, 26 espécies apresentaram potencial para uso forrageiro com teores de proteína bruta maior que 10% e degradabilidade maior que 40%, destaque para *Ilex paraguariensis*, *Ocotea porosa* e *Syagrus romanzoffiana*.

CORAIOLA (1997) fez a caracterização estrutural de uma Floresta Estacional Semidecidual localizada no município de Cássia - MG. Foram analisados parâmetros da estrutura horizontal (abundância, dominância e freqüência), vertical (posição sociológica e regeneração natural), diamétrica, hipsométrica e volumétrica da floresta. Foram utilizadas 12 parcelas de 1 ha distribuídas sistematicamente na área, nas quais foram medidas todas as árvores com DAP maior que 10 cm. A regeneração natural da floresta foi amostrada através da metodologia de Strand, com 48 parcelas distribuídas aleatoriamente. A floresta estudada apresentou composição florística heterogênea, com 124 espécies distribuídas em 99 gêneros e 46 famílias botânicas. A regeneração natural, cuja composição florística difere em relação à floresta, apresentou apenas 69 espécies distribuídas em 58 gêneros e 33

famílias botânicas. Tanto na análise da estrutura vertical quanto horizontal, destacou-se o capixingui (*Croton floribundus*) como a espécie mais abundante e dominante da floresta. A análise da estrutura diamétrica confirmou a curva característica de florestas naturais ("j" invertido), com grande concentração de indivíduos nas classes jovens.

LONGHI (1980) estudou a composição de uma Floresta Ombrófila Mista com o intuito de determinar quantitativamente o estado da estrutura, especialmente a sua composição (abundância, dominância e frequência), conhecer a potencialidade da floresta, apresentando as espécies mais marcantes possibilitando aplicações racionais dos métodos de manejo silviculturais. A área de estudo foi no município de São João do Triunfo – PR, onde foram utilizadas 9 parcelas tendo como critério a quantidade de pinheiros adultos com DAP maior que 20 cm. A floresta apresentou 51 espécies arbóreas e 9 espécies no subosque, com 36 gêneros e 26 famílias botânicas. *Araucaria angustifolia* foi a espécie mais abundante, dominante e frequente, além de ser a que representou o maior volume da floresta. Foram tomadas as distâncias e ângulos entre as árvores e após transformados em coordenadas para possibilitar o mapeamento.

2.5.2 No Mundo

DEWALT *et al.* (2000) fizeram descrições ecológicas e etnobotânicas de duas parcelas permanentes de 1 ha localizadas na Floresta Amazônica, próximas de Tacana e a oeste do Parque Nacional Madidi, nordeste da Bolívia. As parcelas contêm identificação e enumeração de todas as árvores, palmeiras e lianas com DAP maior que 10 cm. Das 185 espécies encontradas, 115 são utilizadas em Tacana: 59 para construções, 9 para obtenção de fibra, 33 para artesanato, 66 para energia, 33 para alimentação, 40 medicinais, 8 para caça ou pesca, 9 para propósitos comerciais específicos e 11 miscelâneas, sendo 64% das espécies com usos múltiplos.

CHANDRASHEKARA *et al.* (2000) demonstraram parte de um projeto de quatro anos (1994-98) com 4 parcelas permanentes de 1 ha, que foram estabelecidas na floresta tropical úmida sempre verde, decídua úmida e decídua seca, tipos florestais em Kerala, Índia. Árvores maduras, varas e plântulas foram etiquetadas, identificadas e apropriadamente numeradas em subparcelas de 10 x 10 m em cada tipo florestal. A diversidade de espécies arbóreas foi alta, 76 árvores/ha na floresta sempre verde, seguida de 41 árvores/ha na decídua seca e 37 árvores/ha na decídua úmida. As análises de vegetação e de distribuição de classes de circunferência em florestas decídua seca e úmida indicaram um ambiente antropizado, podendo ser utilizadas para monitoramento sucessional e de processos de recuperação de ecossistemas.

BUNYAVEJCHEWIN *et al.* (2000) estudaram dinâmica de floresta tropical em duas parcelas permanentes de 1 ha, dominadas por *Hopea ferrea* e *Shorea henryana*, que foram instaladas em 1987 na floresta sazonal sempre seca na Reserva Ambiental de Sakaerat, no noroeste da Tailândia. Em 1997, a parcela foi remeida para determinar recrutamento, mortalidade e crescimento. Estes parâmetros foram relativamente estáticos, com baixos recrutamento, mortalidade e crescimento na parcela *Hopea*, mas a parcela *Shorea* foi mais dinâmica com altos índices de crescimento, mortalidade e recrutamento.

LAURENCE *et al.* (2000) demonstraram resultados descritos para um experimento de 18 anos (1980-97) estudando o efeito da fragmentação florestal em três comunidades dinâmicas na Amazônia Central que foram avaliadas em 39 parcelas permanentes de 1 ha nos fragmentos florestais de 1, 10 ou 100 ha. Mais de 56.000 árvores foram marcadas ($DAP \geq 10$ cm) e na média, os fragmentos florestais exibiram um aumento dinâmico e mudanças próximas ao limite da floresta. A mortalidade média e os danos tiveram taxas altas com 60 m de distância dos limites (4,01 e 4,10%, respectivamente), e moderadamente altas em 60 a 100 m dos limites (2,40 e 1,96%, respectivamente), sendo no interior da floresta (1,27 e 1,48%). A mortalidade e os danos não variaram significativamente com a idade do fragmento,

sugerindo que o aumento na dinâmica não é um efeito transitório que ocorre imediatamente após a fragmentação. Isto mostra que a fragmentação causa importantes mudanças na dinâmica da Floresta Amazônica, especialmente em habitats com seu limite a 100 m. A aceleração da dinâmica nos fragmentos pode afetar a estrutura florestal, a composição florística, a biomassa e o microclima.

De acordo com VALENCIA *et al.* (2000) foram apresentadas informações sobre riqueza de espécies e composição de famílias das árvores em diferentes regiões do Equador, incluindo florestas secas e úmidas no litoral, florestas montanas a diferentes altitudes, e Floresta Amazônica úmida na planície leste. A informação foi derivada de 18 parcelas permanentes de 1 ha. O propósito foi comparar a composição das famílias nos tipos florestais em relação à precipitação, altitude e posição geográfica leste e oeste da Cordilheira dos Andes.

Para GRAHAM *et al.* (2000), dados coletados durante um censo de 1994 em 4 parcelas permanentes de 1 ha para monitoramento estabelecidas em Beni, Bolívia, em 1987 pelo “*Smithsonian Institution / Man and the Biosphere Biological Diversity Program - SI/MAB*”, foram utilizados para medir e monitorar diferentes tipos florestais (Savana, Ilhas, Estacional Inundada e Terra Firme). Os autores classificaram os produtos da floresta em cinco categorias: construção, alimentação, comercial, medicinal e tecnologia em artesanatos para o desenvolvimento das comunidades locais. Conclusões relativas a usos futuros são extraídas do método, sendo o levantamento destas informações importantes para o manejo sustentável e a conservação dos recursos naturais.

2.6 ESTRUTURA DA FLORESTA

Para HUSCH *et al.* (1972) a estrutura de uma floresta consiste na distribuição das espécies e quantidades de árvores em uma área florestal, sendo resultado dos hábitos de crescimento das espécies e das condições ambientais onde o povoamento se originou e desenvolveu. Os autores distinguem dois tipos básicos de estrutura em relação a idade dos indivíduos; estrutura equiânica e

estrutura multiânua, sendo esta última, característica das florestas naturais onde existem todas as graduações de idade e tamanho.

MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) classificam a estrutura de uma floresta em, pelo menos, cinco níveis diferentes: pela fisionomia da vegetação, pela estrutura de biomassa, pelo comportamento e forma de vida das plantas, pela estrutura e composição florística e pela estrutura do povoamento em si.

HOSOKAWA (1986) relata que, devido as florestas naturais possuírem elevada diversidade de espécies e uma grande variação de qualidades em termos econômicos, um levantamento estrutural deve abranger pelo menos os seguintes componentes: avaliação da estrutura horizontal, que quantifica a participação das diferentes espécies em relação às outras e a forma de distribuição espacial destas espécies; avaliação da estrutura vertical, que fornece dados sobre o estágio sucessional das espécies informando quais são mais promissoras para compor a estrutura da floresta em termos dinâmicos; avaliação da estrutura paramétrica referindo-se as análises das informações obtidas do inventário florestal, que permite obter valores que quantificam a floresta em termos de volume, qualidade de fuste, vitalidade das árvores, comercialização e outras informações; avaliação da regeneração natural quantificando-a em termos de número de indivíduos, potencial de crescimento e comercialização.

2.6.1 Estrutura Horizontal

Para HOSOKAWA (1981), a análise da estrutura horizontal deverá quantificar a participação de cada espécie em relação às outras e verificar a distribuição espacial de cada espécie, que pode ser avaliada por meio de parâmetros quantitativos como abundância, dominância e frequência.

Estes parâmetros revelam aspectos essenciais da composição florística de um povoamento, e que, analisados em conjunto, fornecem a associação das espécies (LAMPRECHT, 1964).

2.6.1.1 Densidade

De acordo com FONT-QUER (1975), densidade diz respeito ao número de indivíduos de cada espécie que ocorre em uma associação de plantas. Este número é expresso em relação a uma determinada superfície de área, podendo ser absoluta quando indica o número total de indivíduos pertencentes a uma mesma espécie ou relativa quando indica a participação de cada espécie, em porcentagem, em relação ao número total de árvores levantadas numa determinada parcela.

GALVÃO (1994) cita que a abundância é um parâmetro estimado visualmente, por meio de classes, e que densidade significa o número de indivíduos de cada espécie ou conjunto de espécies que integram uma comunidade vegetal, em relação à unidade de área, geralmente o hectare.

2.6.1.2 Dominância

A dominância permite medir a potencialidade produtiva da floresta e constitui um parâmetro útil para a determinação das qualidades da espécie (HOSOKAWA, 1986). MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) descrevem que a dominância absoluta de uma espécie consiste na soma da área transversal de todos os indivíduos presentes na amostra e a dominância relativa como sendo a porcentagem entre área basal total da espécie e a área basal total por unidade de área.

2.6.1.3 Freqüência

A freqüência indica a dispersão média de cada componente vegetal, medida pelo número de subparcelas da área amostrada. Esta mede a regularidade da distribuição horizontal de cada espécie sobre a área. É uma medida expressa em porcentagem que caracteriza a ocorrência de uma espécie em um número de parcelas dentro de uma associação vegetal (GALVÃO, 1994).

MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) descrevem que a frequência absoluta é determinada como a proporção entre o número de unidades amostrais onde a espécie ocorre e o número total de unidades amostrais e a frequência relativa como sendo a proporção, expressa em porcentagem, entre a frequência absoluta de cada espécie e a frequência absoluta total por unidade de área.

2.6.2 Estrutura Vertical

2.6.2.1 Estratificação vertical

A estratificação se dá pelo reconhecimento dos estratos da vegetação em termos de diferenciação das alturas e gera informações sobre a dominância que algumas espécies exercem sobre outras com relação à competição de luz.

SANQUETTA (1995) cita que existem, provavelmente, várias razões para a formação de estratos bem definidos em uma floresta natural, sendo uma delas a existência de aspectos arquitetônicos das árvores de diferentes espécies e em vários estágios de desenvolvimento. Todavia a hipótese mais aceita, para a formação definida de estratos, é aquela referente a diferenciação de crescimento causada pela existência de nichos ecológicos relacionados às seções horizontais de disponibilidade de luz ao longo do perfil vertical da floresta.

O método do diagrama h-M, de acordo com SANQUETTA (1995), é uma modificação do diagrama M-w, apresentado por HOZUMI em 1975, a qual é devido à variável altura média cumulativa inserida no lugar da variável peso ou do correspondente $DAP^{5/2}$. Para tanto, utiliza-se os dados das árvores que tiveram suas alturas medidas diretamente ou estimadas via relação hipsométrica. Para representar graficamente, o autor propõe que seja colocado no eixo da ordenada em escala natural a variável altura (h) e a abscissa o peso médio cumulativo individual (M), facilitando a interpretação do método da estratificação e a delimitação de

estratos. A partir do maior valor de h (árvore mais alta da floresta), há uma queda gradual dos valores nos dois eixos, o qual é quebrada por uma queda abrupta em ambos. Caso tais picos não apareçam claramente, o autor afirma que a floresta não possui estratificação bem definida.

Além da estratificação da floresta como um todo, ainda é possível fazer a análise da estratificação vertical de cada espécie ou grupo de espécies, podendo-se identificar o comportamento ecológico e o hábito das comunidades.

2.6.3 Estrutura Dimensional

Quando temos um grande número de dados, distribuímos estes em classes e determinamos o número de indivíduos pertencentes a cada classe, obtendo assim, a frequência de cada classe. Quando distribuímos de forma tabular estes dados têm-se então uma tabela de frequência.

A estrutura dimensional de uma floresta está relacionada com a distribuição de frequências absolutas e relativas por classe de diâmetro, de altura e de volume. O estudo das distribuições permite conhecer a estrutura dimensional da floresta, entendendo como tal, a distribuição de espécies e dimensões das árvores em relação a um hectare. A estrutura da floresta é o resultado dos hábitos de crescimento das espécies, das condições ambientais e de práticas de manejo (FINGER, 1992).

2.6.3.1 Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica se dá pelo agrupamento das árvores em classes de DAP, normalmente com amplitudes de 5 e 10 cm e baseia-se na análise do número de árvores em classes de diâmetro, fornecendo valiosa informação sobre a estrutura da floresta, tornando-se importante para a silvicultura e também para inferências sobre a distribuição dos sortimentos (FINGER, 1992). Uma distribuição

diamétrica regular pode garantir a sobrevivência de uma espécie florestal, a medida que categorias diamétricas inferiores devem ter um número maior e suficiente de indivíduos para substituir as árvores de uma classe superior, sofrendo reduções naturais com a mortalidade.

Vários estudos tem sido feitos para definir a estrutura diamétrica das florestas naturais; LONGHI (1980) no sul do Brasil, BARROS (1980) no Pará, CARVALHO (1982) na Amazônia, GOMIDE (1997) no Amapá e CORAIOLA (1997) em Minas Gerais e mais recentemente PIZATTO (1999) no sul do Paraná. Estes autores tem encontrado o modelo de “J-invertido” para distribuição diamétrica em florestas naturais, sendo que os modelos para algumas espécies individuais variaram muito entre si.

2.7 PROCESSOS DINÂMICOS DA FLORESTA

2.7.1 Dinâmica Florestal

Dinâmica florestal é o estudo dos processos na mudança da composição, estrutura e função das florestas ao longo do tempo. A composição diz respeito à ocorrência de espécies, estrutura, organização das comunidades e populações e a função e papel de cada árvore dentro de sua população, de sua comunidade e dentro do ecossistema como um todo.

A dinâmica de uma floresta estruturada inicia-se com a formação de clareiras, que provocam mudanças nas características edafoclimáticas, ocasionando o processo de sucessão florestal. Clareira é definida, por muitos autores, como uma abertura no dossel da floresta ocasionada pela queda de uma ou mais árvores, ou de parte das copas, por morte natural, raios, ventos, derrubadas e outros fatores naturais. Cada caso pode formar clareiras de tamanhos diferentes. A dinâmica da floresta, relacionada a sucessão, ocorre de forma diferenciada em relação ao processo de formação de clareiras (SILVA, 1997).

WHITMORE (1990) afirma que as clareiras abertas no dossel florestal podem ter mais importância na determinação de sua composição florística do que a competição entre as espécies arbóreas por luz e nutrientes, definindo uma floresta madura como um mosaico de fases estruturais que mudam com o tempo, resultando no processo dinâmico da floresta.

A sucessão, de acordo com ODUM (1977), é o processo ou as mudanças que ocorrem antes que a vegetação de um determinado local atinja uma relativa estabilidade em suas características fisiológicas, estruturais e florísticas. Qualquer que seja o ecossistema, uma comunidade em evolução inicia-se pelas fases pioneiras e com o tempo vão sendo substituídas pelas fases transitórias ou seres (quando a comunidade completa uma fase a situação em que ela se encontra denomina-se seres, os quais são processos transitórios pelo qual a comunidade passa), até que atinja o ponto final do processo de sucessão, em que alcança um equilíbrio dinâmico com as condições locais, denominado de clímax.

MULLER-DOMBOIS e ELLENBERG (1974) destacam que se a sucessão tem início em uma área não ocupada anteriormente, por uma comunidade ou substrato desprovido de biota (rocha, areia, vegetação), o processo denomina-se sucessão primária, sucessão autogênica ou *priser*. Neste caso, o ecossistema inicia seu desenvolvimento, concomitantemente à vegetação, solo e microclima. Quando a sucessão se desenvolve numa área ocupada anteriormente por uma comunidade e eliminada por outra (campo lavrado, floresta abandonada), ou em que houve alteração significativa da comunidade pré existente, é chamada de sucessão secundária, sucessão alogênica ou *subser*. O primeiro caso é comumente denominado de floresta primária e o seguinte de floresta secundária.

PIZATTO (1999) cita que, durante o curso da sucessão, indivíduos de várias espécies se estabelecem, crescem, reproduzem-se e morrem. Os indivíduos que morrem são substituídos pelo crescimento dos indivíduos vizinhos ou estabelecimento de novos indivíduos da mesma ou de diferentes espécies. Cada

mudança no sistema ao longo do tempo pode ser interpretada como uma transição de um estágio sucessional para outro que ocorre quando um grupo de espécies tolerantes à sombra substitui um grupo de espécies intolerantes que crescem rápido, após a criação de uma clareira, e vão formar o dossel. Debaixo deste, as mudas das espécies tolerantes estabelecem-se novamente e quando as espécies intolerantes começam a morrer, o dossel começa a se desfazer e as tolerantes são liberadas e crescem como um segundo ciclo e assim sucessivamente.

GAUTO (1997) cita que a melhor forma de se focar a dinâmica de uma floresta é avaliando o crescimento, a mortalidade e o recrutamento ou ingresso das árvores componentes da floresta. O estudo da dinâmica indica o crescimento e as mudanças na composição e na estrutura de uma floresta.

Muitas árvores nas florestas naturais, certamente vivem mais de 100 anos, entretanto, precisar sua idade é quase impossível. Uma árvore necessita emitir um certo número de plântulas para manter-se na composição florística da floresta. Isto dá tempo para que uma grande quantidade de plântulas flutue em curto prazo entre recrutamento e mortalidade (WHITMORE, 1990). A floresta possui duas classes de espécies de árvores, pioneiras e clímax, mas muitos autores defendem a existência de mais uma classe entre estas, que são as facultativas. A diferença essencial é que a germinação de espécies pioneiras se dá em luminosidade total em uma clareira, onde suas plântulas invadirão o subosque, e as espécies clímax, ao contrário, germinam abaixo do dossel e suas plântulas são facultativas.

2.7.2 Crescimento Florestal

O crescimento de uma árvore consiste do alongamento do tronco e engrossamento das raízes, fuste e galhos, causando mudanças no seu peso, volume e forma. O crescimento linear de todas as partes de uma árvore, é resultante das atividades do meristema primário, enquanto o crescimento em diâmetro, é resultante das atividades do meristema secundário e câmbio, os quais produzem madeira (HUSCH *et al.*, 1972).

Entende-se por crescimento de uma floresta as mudanças ocorridas em tamanho durante um determinado período de tempo e se dá pela atividade de árvores vivas, sendo que sua somatória não reflete o crescimento da floresta como um todo, pelo fato de existirem árvores mortas, cortadas e recrutadas no período de crescimento (GAUTO, 1997).

SILVA (1997) ressalta que existe variação de crescimento entre espécies, assim como dentro de uma mesma espécie entre os indivíduos, devido às diferenças que existem nos tamanhos, grau de iluminação das copas e influência de fatores genéticos. Os tratamentos silviculturais podem diminuir ou até, em alguns casos, eliminar a diferença de crescimento entre indivíduos de uma mesma espécie e o padrão de crescimento em diâmetro pode ser semelhante em floresta inalterada e em floresta explorada, enquanto que de outras pode ser completamente diferente.

ALDER e SYNNOT (1992) sugerem que para a avaliação do crescimento em florestas mistas, ao longo de um período, três componentes devem ser analisados: incremento (crescimento em diâmetro das árvores individuais); mortalidade (número de árvores que morreram no período) e ingresso (número ou volume de árvores que surgiram nas classes de tamanho mensuráveis da regeneração). Esta afirmativa pode ser expressa algebricamente como:

$$C_{DAP} = IP = \left(\frac{DAP_2 - DAP_1}{n} \right) - M - I$$

onde;

$C_{DAP} = IP$ = incremento periódico ou crescimento em DAP da floresta;

DAP_2 = diâmetro a altura do peito obtido na segunda ocasião

DAP_1 = diâmetro a altura do peito obtido na primeira ocasião

n = número de anos que ocorreu no período

M = árvores que morreram durante o período;

I = árvores que ingressaram da regeneração medidas no final do período.

2.7.3 Mortalidade de árvores

SANQUETTA (1996) cita que mortalidade refere-se ao número de árvores que foram mensuradas inicialmente e morreram durante o período de crescimento. Para CARVALHO (1997), o padrão de mortalidade natural no tempo e espaço está fortemente relacionado à máxima longevidade das árvores, distribuição das espécies, tamanho e número de aberturas no dossel.

De acordo com VANCLAY (1994) a mortalidade das árvores pode ser classificada em dois tipos: mortalidade regular, normalmente causadas pela competição e supressão, idade, incidência de pragas, efeitos climáticos e mortalidade irregular ou por catástrofes, que inclui outras formas de mortalidade.

Em relação ao porte dos indivíduos, alguns estudos referem-se a espécies emergentes que apresentam taxa anual de mortalidade mais baixa, enquanto que espécies de subosque apresentam altas taxas, além disso, outros estudos considerando apenas os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm, não indicam nenhuma diferença em mortalidade por classes de tamanho (CARVALHO, 1997).

Para o cálculo da mortalidade tem-se:

$$M = N_1 - N_2 - I$$

$$M\% = \left(\frac{M}{N} \right) \cdot 100$$

onde;

M = número de árvores mortas/ano;

N_1 = número de árvores mortas ocorridas na primeira medição;

N_2 = número de árvores mortas ocorridas na segunda medição;

I = número de árvores que ingressaram na segunda medição;

$M\%$ = número de árvores mortas percentuais;

N = número de árvores totais encontradas na segunda medição.

2.7.4 Ingresso ou Recrutamento de Árvores

O ingresso ou recrutamento é a admissão de um indivíduo em uma determinada população ou comunidade vegetal a partir de uma dimensão mínima adotada. O recrutamento de plântulas pode ser confundido com seu aparecimento ou germinação, que diz respeito à regeneração natural (CARVALHO, 1997).

Segundo VANCLAY (1994), o ingresso refere-se aos indivíduos que atingem um limite de tamanho previamente especificado, o que difere de regeneração que se refere ao desenvolvimento de árvores já estabelecidas por sementes ou plântulas.

Para o cálculo do ingresso tem-se:

$$R = N_2 - N_1 + M$$

$$R\% = \left(\frac{R}{N} \right) \cdot 100$$

onde;

R = número de árvores recrutados/ano;

N_2 = número de árvores medidas na segunda medição, inclusive aquelas novas que alcançaram 10 cm de DAP;

N_1 = número de árvores medidas na primeira medição;

M = número de árvores que morreram na primeira medição;

$R\%$ = número de árvores percentual;

N = número de árvores totais encontradas na segunda medição.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO PARA TESTE DO SISTEMA

3.1.1 Localização

A área do presente estudo de caso consiste de seis parcelas instaladas nas fazendas de propriedade das Indústrias Pedro N. Pizzatto localizadas no Município de General Carneiro, a 280 km de Curitiba e duas parcelas no Parque Estadual das Araucárias localizada às margens do Rio Iratim, no Município de Coronel Domingos Soares a aproximadamente 310 km de Curitiba. Estes municípios encontram-se na região centro-sul do Paraná, próximos à divisa com o Estado de Santa Catarina e os acessos são realizados por meio das rodovias BR 153 e PR 170 respectivamente. Uma localização esquemática está representada na Figura 1.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



As áreas das fazendas São Pedro 1, São Pedro 2 e Santa Cândida, no município de General Carneiro estendem-se entre as coordenadas 26°20'35" e 26°26'13" latitude sul e 51°19'49" e 51°25'29" longitude oeste. As coordenadas geográficas da Fazenda Lageado Grande e do Parque Estadual das Araucárias, no município de Coronel Domingos Soares são: 26°17'13" e 26°21'09" latitude sul e 51°34'39" e 51°37'07" longitude oeste. A Tabela 1 apresenta a distribuição das áreas de floresta manejada e total para todas as Fazendas que possuem parcelas deste estudo de caso. As áreas deste estudo fazem parte do Programa Ecológico de Longa Duração – PELD - Site 9 (Floresta com Araucária e suas Transições).

TABELA 1 – ÁREAS DAS FAZENDAS DA EMPRESA INDÚSTRIAS PEDRO N. PIZZATTO SUBMETIDAS A PLANOS DE MANEJO ONDE FORAM INSTALADAS AS PARCELAS PERMANENTES

Fazenda	Área Total	Floresta Manejada	Preservação Permanente
	Imóvel (ha)	Nativa (ha)	Reserva Legal (ha)
Lageado Grande	3.136,30	1.254,52	679,95
Santa Cândida	2.032,75	887,00	438,75
São Pedro 2	968,00	341,60	209,60
São Pedro 1	1.210,00	562,00	242,00
TOTAL	7.347,05	3.045,12	1.570,30

3.1.2 Clima

MAACK (1968) descreveu o diagrama climatológico do município de Palmas, vizinho dos municípios da área de estudo, com temperatura média anual de 15,1 °C, sendo o mês mais quente com 19,6 °C e a máxima média de 22,1 °C. O mês mais chuvoso é junho com 203,8 mm e o mês menos chuvoso é julho com 93,9 mm. A precipitação anual é de 1.831,8 mm. Segundo a classificação climática utilizada por *W. Koeppen*, a região é caracterizada como subtropical úmido mesotérmico (Cfb), sempre úmido, com mês mais quente menor que 22 °C. Por dez meses a temperatura média mensal é superior a 10 °C, mais de cinco geadas noturnas por ano e com ocorrência freqüente de neve.

3.1.3 Solos

Ocorrem na região três tipos principais de solos: NITOSSOLO HÁPLICO Alumínico típico (Luvisolos), CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico típico (Cambissolos) e NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico (Litossolos), todos desenvolvidos de rochas provenientes do derrame Trapp, álicos, de relevo suave ondulado a ondulado e montanhoso. São solos suscetíveis a erosão quando ocorrem em relevo forte ondulado e moderadamente suscetíveis quando o relevo é ondulado ou suave ondulado. São típicos de clima úmido, sem estação seca e verões brandos, com geadas severas e demasiadamente freqüentes. Nas áreas de relevo suave predominam os cambissolos com um certo grau de evolução e moderadamente profundos. Nas áreas de relevo ondulado a forte ondulado os solos são rasos e de difícil mecanização pela presença de pedras e afloramentos.

Possuem baixa fertilidade natural e são muito ácidos e a vegetação sobre estes solos dependem da ciclagem de seus nutrientes visto que a região é tipicamente fria e a decomposição da matéria orgânica é demorada. Em decorrência disto ocorrem densos taquarais sob clareiras formadas pelo corte de grandes árvores.

3.1.4 Vegetação

A formação vegetal encontrada nas áreas correspondem ao bioma denominado Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária. Em decorrência de intervenções antrópicas, ocorrem nestas áreas condições diferenciadas da estrutura da floresta. De modo geral, predominam as araucárias no dossel com folhosas em um estrato inferior. Porém, ocorrem áreas onde o domínio é da Imbuia (*Ocotea porosa*). Entre as espécies componentes dos estratos inferiores destacam-se as canelas (*Nectandra* spp., *Ocotea* spp.), Erva-mate (*Ilex paraguariensis*), Pessegueiro-bravo (*Prunus brasiliensis*), Bugreiro (*Lithraea brasiliensis*), Leiteiro

(*Sapium glandulatum*), Carne-de-vaca (*Clethra scabra*), Caroba (*Jacaranda puberula*), Guaraperê (*Lamanonia speciosa*), Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Capororoca (*Myrsine umbellata*), Cataia (*Drimys brasiliensis*) e diversas Mirtáceas, entre outras de menor destaque.

As parcelas permanentes de General Carneiro encontram-se inseridas nas áreas de regime de manejo da empresa proprietária, sendo a cobertura florestal destas, bem como do Parque das Araucárias caracterizada como Floresta Primária Alterada com diferentes graus de intervenção humana. De modo geral, nos locais onde encontram-se as parcelas praticava-se o manejo racional de espécies de madeira com alto valor comercial como o pinheiro e a imbuia, além da exploração da erva-mate no subosque das mesmas.

3.2 DESCRIÇÃO DAS PARCELAS PERMANENTES

As oito parcelas são descritas sucintamente, sendo denominadas pela numeração a elas atribuídas e afixadas em placas na entrada que dá o acesso a cada uma delas. Foram definidas três tipologias florestais encontradas nas parcelas permanentes, especificadas:

- Formação mista de pinheiro no dossel e gramíneas no subosque (Tipo A);
- Formação florestal com predomínio de Pinheiro no dossel (Tipo B);
- Formação florestal natural mista de Pinheiro com folhosas no dossel (Tipo C);

Estas tipologias florestais foram definidas inicialmente pelo visual e após por meio da análise da estrutura da floresta, separando as parcelas 1 e 4 para a tipologia A, as parcelas 2 e 6 para a tipologia B e as parcelas restantes 3, 5, 7 e 8 para a tipologia C.

3.2.1 Formação mista de pinheiro no dossel e gramíneas no subosque – Tipo A

3.2.1.1 Parcela 1

Localizada na Fazenda Santa Cândida, a parcela está inserida em área usada em regime silvipastoril, constantemente roçada para favorecer pastagens e ainda a colheita de erva-mate, o que trouxe problemas de compactação do solo e herbivoria da regeneração natural por búfalos criados no local. A parcela se apresenta com boa densidade de *Araucaria angustifolia* que dominam o estrato superior, com indivíduos de grande porte remanescentes da formação original da floresta. O subosque é formado basicamente por *Ilex paraguariensis*, regeneração de *Araucaria angustifolia* e algumas espécies pioneiras como *Drymis brasiliensis*, *Vernonia discolor*, *Sapium glandulatum*, *Myrsine* sp. e outras. Muitos pinheiros desta parcela possuem copas bifurcadas. A parcela 1 possui 9 espécies diferentes, com densidade de 55% para *Araucaria angustifolia* e 17% para *Ilex paraguariensis*.

3.2.1.2 Parcela 4

Localizada na Fazenda Santa Cândida, a parcela 4 está inserida também em área de campo com pinheiros como na parcela 1, porém com maior incidência de outras espécies, principalmente de *Ilex paraguariensis*. Parte desta parcela também foi muito utilizada como pastagem para búfalos. A parcela é constituída em sua maioria de pinheiros de grande porte. É a de maior facilidade de acesso, pois está localizada na beira de uma estrada principal. A parcela 4 possui 14 espécies diferentes, com densidade de 61% para *Araucaria angustifolia* e 10% para *Ilex paraguariensis*. A Figura 2 representa esta tipologia encontrada nas parcelas 1 e 4, ambas estão inseridas em área de campo com pinheiros.

FIGURA 2 – PARCELAS 1 E 4 RESPECTIVAMENTE, REPRESENTANDO A TIPOLOGIA FLORESTAL DE FORMAÇÃO MISTA DE PINHEIRO NO DOSEL E GRAMÍNEAS NO SUBOSQUE. AMBAS POSSUÍAM DENSIDADE ACIMA DE 50% E DOMINÂNCIA ACIMA DE 90% DE PINHEIROS



3.2.2 Formação Florestal com Predomínio de Pinheiro no Dossel – Tipo B

3.2.2.1 Parcela 2

Está localizada no Parque Estadual das Araucárias e encontra-se em local onde ocorreu exploração das espécies folhosas e exploração parcial de pinheiros apresentando dossel bastante fragmentado. Além das araucárias ocorrem num patamar inferior a *Ilex paraguariensis* em grande quantidade e as espécies pioneiras com maior destaque são *Vernonia discolor*, *Piptocarpha axilaris* e *Myrsine* spp. O subosque, típico de áreas roçadas para enriquecimento com erva-mate, é composto por gramíneas e taquaras concentradas em algumas áreas da parcela onde podemos observar uma regeneração reduzida de outras espécies, não sendo feito atualmente nenhum tipo de manejo nesta área. A parcela 2 possui 13 espécies diferentes, com densidade de 34% para *Araucaria angustifolia* e 27% para *Ilex paraguariensis*.

3.2.2.2 Parcela 6

Localizada na área de reserva legal da Fazenda São Pedro 2, esta apresenta uma situação de total dominância da araucária, que é acompanhada no estrato inferior por alguns exemplares de espécies pioneiras, sendo a diversidade de espécies muito baixa. As principais espécies que ocorrem no subosque são *Clethra scabra*, *Ilex paraguariensis*, *Myrsine umbellata* e *Symplocus tetrandra*. Não existem árvores com grandes diâmetros e não há regeneração natural evidente por estarem sufocadas por taquaras. A parcela 6 possui 15 espécies diferentes, com densidade de 72% para *Araucaria angustifolia* e 6% para *Ilex paraguariensis*.

A Figura 3 representa esta tipologia encontrada nas parcelas 2 e 6. Ambas com grande representação de erva-mate e com poucas imbuías e canelais.

FIGURA 3 - PARCELAS 2 E 6 RESPECTIVAMENTE, REPRESENTANDO A TIPOLOGIA FORMAÇÃO FLORESTAL COM PREDOMÍNIO DE PINHEIRO NO DOSEL. HOUE QUASE A AUSÊNCIA DE IMBUIAS E CANELAS, MAS BOA REPRESENTAÇÃO DE ERVA-MATE NO SUBOSQUE



3.2.3 Formação Florestal Natural Mista de Pinheiro com Folhosas no Dossel-Tipo C

3.2.3.1 Parcela 3

Localizada no Parque Estadual das Araucárias apresenta-se dominada por *Araucaria angustifolia* no estrato superior e por *Ilex paraguariensis* nos dois estratos inferiores ao dossel, possuindo grande variação diamétrica das árvores. Esta área possui baixa diversidade com destaque para a família Mirtaceae e outras espécies características de clareiras como *Clethra scabra* e *Styrax leprosus*. Esta área era mantida roçada para melhor desenvolvimento e exploração da *Ilex paraguariensis*, fato que explica a baixa regeneração de outras espécies. Atualmente nenhum tipo de manejo é feito nesta área. A parcela 3 possui 24 espécies diferentes, com 29% de *Araucaria angustifolia* de densidade e 40% de *Ilex paraguariensis*, sendo esta a espécie mais representativa.

3.2.3.2 Parcela 5

Localizada na Fazenda Santa Cândida em uma área de floresta primária manejada em regime silvipastoril, com estágio de recuperação avançado, com alta densidade e grande diversidade de espécies, inserida em capoeira com vários estratos, sendo o superior ocupado basicamente por *Araucaria angustifolia* e em menor quantidade *Ocotea porosa*. O estrato logo abaixo é dominado por indivíduos da família Lauraceae e Myrtaceae, bem como *Sapium glandulatum*, *Prunus brasiliensis*, *Tabebuia alba*, *Ilex* sp. e, em grande quantidade, *Drymis brasiliensis* e *Lythraea brasiliensis*. No subosque encontra-se abundante regeneração natural além da presença ocasional de taquaras já dominadas pelas espécies arbóreas. A parcela 5 possui 37 espécies diferentes, cuja densidade de *Araucaria angustifolia* é de 17% e 18% de *Ilex paraguariensis*. Os baixos valores percentuais de frequência denotam a grande diversidade de espécies pioneiras.

3.2.3.3 Parcela 7

Localizada em área de manejo da Fazenda São Pedro 2, encontra-se em um dos locais de maior altitude da região. Ao contrário da maioria das outras parcelas, esta apresenta-se com uma formação mais homogênea no dossel da floresta entre *Araucaria angustifolia* e espécies folhosas, sendo as principais: *Ocotea porosa*, *Prunus brasiliensis*, *Sapium glandulatum*, *Ocotea pulchella* e *Ocotea puberula*. Nesta área destaca-se a *Ocotea porosa* como espécie predominante devido à abundância e dominância com que ocorre em todos os estratos da floresta. Também encontram-se nos estratos inferiores muitos exemplares de espécies pioneiras e outras de estágios sucessionais mais avançados, além de grande ocorrência de *Ilex paraguariensis*. Esta parcela é de difícil acesso e teve instalação na extremidade da propriedade, dificultando um pouco sua localização. A parcela 7 possui 24 espécies diferentes, cuja densidade de *Araucaria angustifolia* é de 13% e *Ilex paraguariensis* de 9%.

3.2.3.4 Parcela 8

A parcela 8 encontra-se na Fazenda Lageado Grande, em uma área de floresta primária alterada inserida em Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), caracterizada pela presença de muitos indivíduos de grande porte de *Ocotea porosa* que compõem o dossel da floresta. O estrato inferior é formado por espécies tipicamente pioneiras como *Vernonia discolor*, *Piptocarpha angustifolia*, *Mimosa scabrella*, *Myrsine* spp., *Sapium glandulatum*, *Clethra scabra*, *Lamanonia speciosa*, entre outras. O subosque é tomado por denso taquaral, situação comum entre as áreas onde ocorreram fortes intervenções no passado. A parcela 8 possui diversidade de 30 espécies diferentes, com 1% de *Araucaria angustifolia* e 10% de *Ilex paraguariensis*. É a parcela com menor ocorrência de pinheiros da área de estudo. A Figura 4 e a Figura 5 representam esta tipologia nas parcelas 3, 5, 7 e 8.

FIGURA 4 – PARCELAS 3 E 5 RESPECTIVAMENTE, REPRESENTANDO A TIPOLOGIA FORMAÇÃO FLORESTAL NATURAL MISTA DE PINHEIRO COM FOLHOSAS NO DOSSEL. NÃO OCORREU UMA DIFERENCIAÇÃO NÍTIDA DO PINHEIRO COM RELAÇÃO À OUTRAS ESPÉCIES.



FIGURA 5 – PARCELAS 7 E 8 RESPECTIVAMENTE, REPRESENTANDO A TIPOLOGIA FORMAÇÃO FLORESTAL NATURAL MISTA DE PINHEIRO COM FOLHOSAS NO DOSSEL. NÃO OCORRÊU UMA DIFERENCIAÇÃO NÍTIDA DO PINHEIRO COM RELAÇÃO A OUTRAS ESPÉCIES.



3.3 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE INVENTÁRIO FLORESTAL UTILIZADO NO MONITORAMENTO

Foram instaladas oito parcelas permanentes de 1 ha divididas em 25 subparcelas de 400 m² (20 m x 20 m). Todas as árvores com DAP acima de 10 cm foram identificadas, numeradas, pintadas e registradas as dimensões de diâmetro e altura total em fichas de campo.

A medição em campo foi o CAP (circunferência a 1,30 m de altura) e convertidos para DAP (diâmetro a 1,30 m de altura), sendo que cada árvore teve esta medição com uma fita métrica com precisão de milímetros. As distâncias do ponto extremo esquerdo de cada subparcela foram tomadas com o auxílio de trenas de 20 m de comprimento, e após, as árvores foram posicionadas individualmente em papel milimetrado pelo número da etiqueta que a árvore recebeu. Todas as parcelas foram georeferenciadas para obter o mapeamento das árvores nas parcelas e o mapeamento das parcelas nas Fazendas e na região.

Três parcelas tiveram a medição da altura total de todas as árvores com hipsômetros Suunto e também os hipsômetros como Blume-Leiss e Haga. Foram utilizados diferentes instrumentos para obter a mesma informação porque foram três equipes de medição de alturas para o campo. Todos os dados coletados foram armazenados em planilhas do Excel®.

Em junho do ano de 1999, mês mais frio da região e época de menor crescimento das árvores, foi feita a primeira remedição do DAP de todas as árvores das parcelas e das árvores ingresso que atingiram a dimensão mínima do DAP. Outras três parcelas tiveram a medição da altura total de todas as árvores. No início do ano de 1999 houve intensa coleta de material fértil das árvores, herborização e identificação até espécie. Há muitas árvores que ainda não foram identificadas até este nível, mas todas já foram identificadas em nível de família.

Em junho do ano de 2000, procedeu-se a segunda remedição de todas as árvores identificadas, árvores ingresso e árvores mortas. Todas as alturas ainda não medidas foram tomadas, concluindo desta forma a medição de alturas totais das 3524 árvores das oito parcelas distribuídas na área de estudo.

3.4 DELINEAMENTO DO SISTEMA UTILIZADO EM CAMPO

Oito parcelas foram distribuídas de forma a abranger três tipologias encontradas na área onde anteriormente eram submetidas a Planos de Manejo em diferentes condições de intervenção antrópica. Nestas áreas foram analisadas as mudanças ocorridas na estrutura horizontal pelos parâmetros densidade, dominância e frequência, na estrutura vertical por meio do diagrama h-M e distribuição de alturas, na estrutura dimensional pela distribuição diamétrica e também sobre as mudanças ocorridas nos processos dinâmicos pelos parâmetros crescimento em diâmetro, mortalidade e ingresso das árvores nas parcelas para o período de 1998 a 2000.

3.4.1 Escolha do Local para Instalação das Parcelas Permanentes

A escolha do local de instalação das parcelas permanentes foi predeterminada abrangendo as três tipologias florestais encontradas no ambiente para testar o sistema em campo. As estradas de acesso até as parcelas também foram consideradas no momento da instalação das parcelas. Para facilitar os trabalhos de campo as localizações das parcelas foram determinadas inicialmente em mapa contemplando estruturas viárias permanentes. A escolha do local dependeu essencialmente de mapas. No momento da instalação fez-se uma limpeza das linhas da parcela para que o balizamento com as estacas não fosse prejudicado. Com o auxílio de cordas de 20 m de comprimento, foram marcados os limites das subparcelas onde foram introduzidos piquetes de cano tipo PVC no solo, com 0,5 e 1 m de comprimento, utilizando-se desta forma de 36 canos para cada parcela instalada. Por se tratar de floresta natural foi muito comum encontrar grandes e pequenas árvores que impossibilitaram a visualização do balizamento e o alinhamento das cordas, para se conseguir isto, as árvores com menos de 5 cm de diâmetro que estavam no alinhamento foram cortadas no momento da roçada da vegetação, e para as árvores de grande porte fez-se um desvio compensado lateralmente com ângulos retos.

3.4.2 Marcação das Árvores nas Parcelas Permanentes

As árvores com $DAP \geq 10$ cm foram medidas a 1,30 m de altura, onde foram retirados os musgos e líquens para que a tinta fosse absorvida somente pelo tronco. Procedeu-se a pintura com um semi anelamento com tinta à base de óleo, permitindo a orientação do sentido de caminhamento dentro da parcela. As árvores ingresso foram pintadas com tinta aerossol no momento das remediações devido a sua praticidade e reduzida ocorrência, sendo que a cor azul escuro mostrou-se eficiente evitando confusão com as cores naturais dos troncos.

Para árvores com deformações no fuste a 1,30 m a medição foi feita 30 cm acima da anormalidade, tendo as condições registradas em fichas de campo justificando o procedimento tomado. Em algumas árvores grossas, para que não houvesse confusão, o ponto de medição foi marcado em toda sua circunferência a fim de que a medição posterior fosse feita exatamente ao longo da linha da pintura, pois nestas árvores um pequeno desvio da medição poderia ocasionar grandes erros. Algumas árvores bifurcadas tiveram sua medição inicial em anos diferentes devido a ocorrência de troncos finos e grossos e tiveram sua marcação somente no momento em que o tronco fino passou a ser considerado como árvore ingresso.

3.4.3 Numeração das Árvores nas Parcelas Permanentes

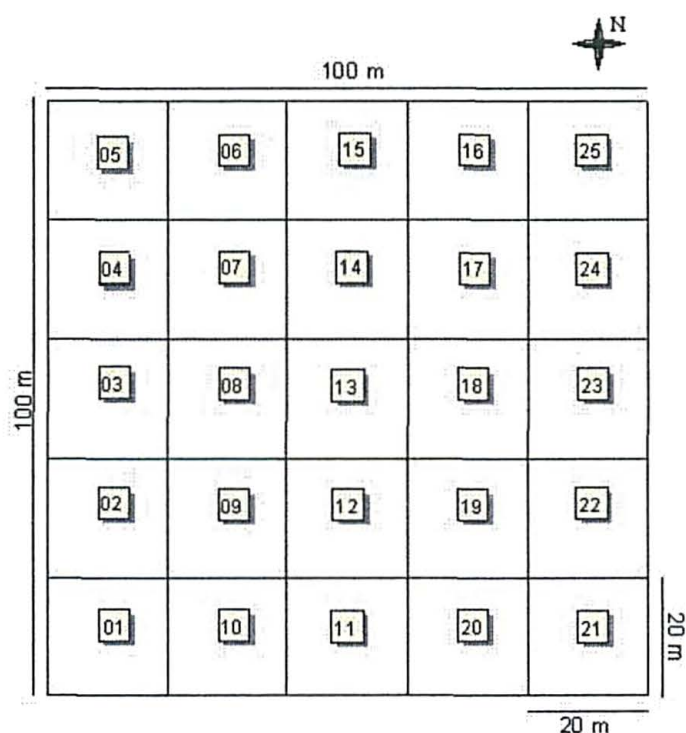
Cada árvore recebeu um único número de identificação, sendo isto de grande importância para se obter o monitoramento individual de cada árvore. Este número foi afixado na árvore por meio de etiquetas de plástico resistente presas com grampos de metal. A maioria das árvores recebeu estas etiquetas logo acima do ponto de medição, porém, em algumas árvores em que a casca se desprendia ou que eliminavam resinas no momento desta marcação, estas etiquetas foram presas a 30 cm acima do ponto de medição, evitando a formação de calos que poderiam distorcer os valores de diâmetro a serem medidos futuramente.

O critério adotado para as árvores ingresso o de iniciar com o número 1000 para a remedição do primeiro ano, 2000 para o segundo e assim por diante. As árvores mortas tiveram seus registros nas fichas de campo ao respectivo número e também a possível causa da morte.

3.4.4 Mapa das Parcelas Permanentes

Inicialmente, em 1998, o número das árvores foi anotado papel milimetrado com escala de 1:100, esta atividade foi demorada e criteriosa e os dados coletados durante a medição inicial e nas duas remedições seguintes foram armazenados em ambiente SIG (ARC-VIEW) para se proceder ao mapeamento das árvores dentro de cada parcela. A confecção dos mapas com as árvores permitiu a localização das mesmas com facilidade, o que foi de grande importância no momento das remedições. A Figura 6 apresenta um esquema onde numeração das subparcelas indica o sentido de caminhamento dentro da parcela.

FIGURA 6 – ESQUEMA DA PARCELA PERMANENTE DE 1 ha COM SUA ORIENTAÇÃO, DIMENSÕES, SENTIDO DE CAMINHAMENTO E ARESTAS.



3.4.5 Medição de Alturas

Por se tratar de uma atividade criteriosa e difícil, as alturas totais de todas as árvores não foram tomadas no mesmo ano, tendo três parcelas medidas em 1998, três em 1999 e as duas restantes em 2000. foi muito importante que todas as alturas fossem tomadas para se formar um banco de dados.

3.4.6 Identificação das Espécies Encontradas nas Parcelas Permanentes

Uma identificação preliminar das árvores foi feita no momento da instalação da parcela, anotando na ficha de campo somente o nome vulgar ou a família botânica a que pertence. A identificação definitiva das árvores contou com a coleta de material botânico fértil, sua herborização e identificação, construindo um herbário de todas as espécies que ocorreram na parcela. Esta identificação em herbário das espécies encontradas neste estudo de caso é de responsabilidade de Termo de Cooperação entre Universidade Federal do Paraná e Universidade Federal de Santa Maria. Durante as remedições das parcelas, o processo de confirmação das espécies foi feito nas árvores duvidosas de medições anteriores.

3.4.7 Manutenção das Parcelas Permanentes

As linhas de acesso, os limites da parcela e os piquetes receberam capina para melhorar a visualização dentro das parcelas. As árvores mortas ou caídas tiveram suas etiquetas retiradas, sendo registrado o dano ocorrido ou a causa provável de sua morte nas fichas de campo.

A maioria das árvores não precisou manutenção da pintura no ponto de medição, mas como a tinta da marcação deteriorava-se rapidamente quando exposta a grande insolação e que algumas árvores desprendiam sua casca todos os anos, não houve como eliminar esta manutenção de forma anual.

3.5 ANÁLISE DA ESTRUTURA DA FLORESTA

Para a caracterização da estrutura da floresta foram analisados os parâmetros da estrutura horizontal (densidade, dominância e frequência), da estrutura vertical (distribuição altimétrica e estratificação vertical) e da estrutura dimensional (distribuição diamétrica) para a floresta total, para as parcelas e para as três tipologias através das mudanças que ocorreram no período de 1998 a 2000.

3.5.1 Estrutura Horizontal

A estrutura horizontal foi caracterizada pelos parâmetros que indicaram a distribuição espacial das árvores na floresta: a densidade, a dominância e a frequências absoluta e relativa. As análises para cada parâmetro foram feitas para cada espécie da floresta, para as tipologias florestais encontradas e para cada parcela instalada em campo.

3.5.2 Estrutura Vertical

A estrutura vertical foi caracterizada pela análise da distribuição hipsométrica em intervalos de classe de 4 m de altura e pela estratificação da floresta com o uso de método do diagrama h-M. As análises foram feitas para a floresta total, para as tipologias florestais encontradas, para as principais espécies e para cada parcela instalada em campo.

A distribuição gráfica das alturas das árvores foi obtida em intervalo de classe de 4 m de altura e a estratificação foi determinada pelo método gráfico denominado diagrama h-M para observação de estratos, os quais são definidos pela diferenciação de crescimento em altura para as espécies florestais e definidos por picos ou mudanças que ocorrem nos dados analisados. O procedimento de análise desse parâmetro seguiu os seguintes passos:

- a) Organização as alturas (h) totais obtidas em ordem decrescente;
- b) Cálculo dos valores médios cumulativos das alturas (M);
- c) Distribuição das alturas cumulativas (M) no eixo da abscissa e alturas ordenadas (h) no eixo da ordenada;
- d) Indicação da ocorrência de picos ou de mudanças no curso retilíneo das linhas resultantes, definindo desta forma o número de estratos.

3.5.3 Estrutura Dimensional

A estrutura dimensional foi caracterizada pela análise da distribuição dos diâmetros distribuídos em classes com amplitudes de 10 cm, para a floresta total, para as parcelas e para as três tipologias encontradas e para os grupos de espécies, comparando-se as mudanças que ocorreram durante o período de 1998 a 2000.

3.6 ANÁLISE DA DINÂMICA FLORESTAL

Os processos dinâmicos foram analisados por meio das mudanças que ocorreram na floresta pelos parâmetros crescimento, mortalidade e ingresso. O crescimento foi determinado pelo incremento periódico anual médio em DAP (IPA) para a floresta total, para as tipologias e para cada parcela. A mortalidade foi analisada pelo número ocorrido durante o período para cada parcela e para a floresta total e o ingresso teve também sua análise pelo número total do período e para cada parcela, obtendo-se de ambos as taxas de mortalidade e ingresso, sucessivamente. Obteve-se também com estes resultados, um balanço entre a mortalidade e o ingresso para a floresta e para as principais espécies.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para uma melhor compreensão sobre a floresta utilizou-se da opção de dividir as análises por grupo de espécies importantes, pelas tipologias encontradas na floresta analisada e também por classes de diâmetro, devido a grande importância do Pinheiro dentro de seu bioma Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária, as quais foram exploradas e desta forma tiveram sua estrutura modificada. Os grupos de espécies ficaram assim divididos: (1) Pinheiro, (2) Ervamate, (3) Imbuia, (4) Canelas e (5) Outras espécies, que compreendem todas as outras árvores não contempladas nos quatro grupos anteriores, efetuou-se também a análise para todas as espécies (6). As três tipologias analisadas foram (a) formação mista de pinheiro no dossel e gramíneas no subosque, (b) formação florestal com predomínio de Pinheiro no dossel e (c) formação florestal natural mista de Pinheiro com folhosas no dossel e também em classes de diâmetro para cada parâmetro.

4.1 SISTEMA DE INVENTÁRIO PARA O MONITORAMENTO DE FLORESTAS NATURAIS

O Sistema de Monitoramento de Floresta Natural proposto no presente trabalho foi inicialmente implementado pelo Professor Carlos Roberto Sanquetta no ano de 1995, em São João do Triunfo - Paraná, sendo enfatizado neste trabalho os procedimentos da instalação e padronização de todas as informações obtidas em parcelas de igual tamanho e forma.

4.1.1 Escolha do Bioma, da Área e do Local de Instalação

O bioma Floresta Ombrófila Mista foi escolhido por ser a formação vegetal mais importante no Estado do Paraná. O estudo deste sistema no presente momento recebe apoio financeiro do PELD - Programa Ecológico de Longa Duração,

do CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e da empresa Indústrias Pedro N. Pizzatto, por existir na região grandes áreas desta formação ainda em bom estado de conservação, a exemplo do Parque Estadual das Araucárias. Os locais escolhidos para a instalação das parcelas permanentes tiveram como critério a exploração da vegetação natural, nos locais pouco e muito explorados em diferentes tipologias. Outro critério para a escolha do local foi o fácil acesso até as parcelas por estradas em bom estado de conservação.

4.1.2 Tamanho e Forma das Parcelas Permanentes

A escolha do tamanho e da forma foi fundamentada em estudos de inventário de processos dinâmicos para modelagem e monitoramento de crescimento em florestas tropicais utilizados principalmente pelos autores ALDER (1980), ALDER e SYNNOTT (1992) e VANCLAY (1994). O uso de parcelas de 1 ha no local se justifica pela grande extensão de floresta e ausência de capões pequenos, não necessitando desta forma o uso de tamanhos diferenciados de parcelas. A principal vantagem do tamanho das parcelas concerne à geração dos resultados finais, sendo possível acompanhar de forma representativa a estrutura e os processos dinâmicos da floresta, os quais são diretamente obtidos pela unidade de área hectare. A divisão em subparcelas de 400 m² atendeu bem ao propósito principal que foi o de facilitar a localização das árvores.

4.1.3 Identificação das Espécies

Uma identificação preliminar das árvores foi feita no momento da instalação da parcela e muitas das árvores foram identificadas pelo nome vulgar, algumas pelo gênero e a espécie, e muitas delas não foi possível identificar nem mesmo o nome vulgar, porém todas as árvores tiveram identificação até a família botânica. Após terminado o processo de instalação das parcelas foi que procedeu-se

a coleta de material fértil e uma identificação botânica precisa de todas as espécies, sendo este o trabalho mais minucioso e demorado da implantação do sistema, sendo que neste estudo de caso, até os dias atuais muitas árvores ainda não foram identificadas. A coleta de material fértil com flor e/ou fruto normalmente devem ser em estações quentes, pois as medições de campo são feitas normalmente na estação fria, ou seja, no inverno.

4.1.4 Medições, Numeração e Marcação das Árvores

As medições mais importantes efetuadas nas árvores ocorrentes nas parcelas foram o DAP e a altura total, tendo todos os demais parâmetros reportados neste trabalho a utilização destes dados coletados.

A numeração e marcação das árvores com etiquetas mostrou grande eficiência, demonstrando na prática baixos índices de perdas por animais ou outros processos naturais, além do que é um procedimento de baixo custo. A numeração auxiliou, também, nos momentos de dúvidas, quanto da localização das árvores que, com o apoio do mapa, eram facilmente localizadas.

4.1.5 Manutenção das Parcelas e Placas de Identificação

A manutenção das parcelas foi feita no momento das remedições, onde as árvores receberam um reforço sobre o semicírculo de tinta no DAP, recolocação de novos canos tipo PVC que foram perdidos, etiquetas novas quando houve a perda e ainda a identificação das árvores ingresso ou não identificadas em medições anteriores. As placas indicadoras das parcelas foram de grande importância para a localização, tendo sua confecção em chapas de laminado marítimo e pintadas com tinta à base de óleo, e até a presente data nenhuma delas necessitou de substituição.

4.1.6 Processamento de Dados e Análises

Todo o processamento dos dados obtidos para cálculo dos processos dinâmicos foi feito em planilhas do Excel®, que após coletados em campo eram armazenados em planilhas. O armazenamento se deu pelas fichas de campo e planilhas no computador e em disquetes magnéticos, tendo a segurança total sobre perda de dados com o tempo. O ANEXO 1 apresenta uma ficha utilizada para a coleta dos dados em campo. O cálculo dos parâmetros que definem a estrutura da floresta também foram processados em Excel® para a obtenção dos resultados por espécie, por parcela e para a floresta com tratamento diferenciado para cada parâmetro.

4.1.7 Mapa das Parcelas Permanentes

O mapa das parcelas foi indispensável no momento das remediações, facilitando a localização das árvores que já morreram bem como das árvores ingresso. Em campo, quando houve uma perda, fez-se uma triangulação com outras árvores já encontradas, resultando sempre na localização da árvore. A confecção do mapa foi um processo demorado e cuidadoso e tiveram grandes transtornos nas parcelas de grande densidade. Os dados de campo coletados em papel milimetrado foram passados para ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) e com a coleta das arestas usando um GPS, foram confeccionados os mapas das parcelas.

Os ANEXOS 2, 3, 4, 5 e 6 referem-se aos mapas das parcelas 1, 4, 5, 6 e 7, respectivamente, onde todas as árvores encontradas estão representadas pelo número recebido em campo. O uso destes mapas pode definir a distribuição das espécies, como demonstra os ANEXOS 7, 8, 9, 10 e 11, onde representam em ordem estas mesmas parcelas, porém com uma representação de pontos coloridos para cada espécie de relevante interesse, como o pinheiro, erva-mate, canelas e outras espécies. Os ANEXOS 12 e 13 representam respectivamente a distribuição espacial das árvores mortas e das árvores ingressas de cada parcela mapeada.

Pela análise de todos os mapas das parcelas, observa-se que há uma distribuição regular das espécies bem como das árvores mortas e ingressas, não ocorrendo de forma concentrada ou em reboleira em nenhuma das parcelas, porém na visualização do ANEXO 14 evidenciamos que a parcela 6 (tipologia com predomínio de pinheiro) possui basicamente o pinheiro como árvores ingressas.

Estes mapas estão armazenados em ambiente SIG, e para este caso, são ferramentas adicionais para análise da distribuição espacial das árvores nas parcelas, incrementando os resultados obtidos da estrutura horizontal. Com o uso do banco de dados, podemos analisar as árvores agrupadas por afinidades e/ou por espécie.

4.2 ESTRUTURA DA FLORESTA

Para caracterizar a estrutura da floresta foram analisados os parâmetros estruturas horizontal, vertical e dimensional por meio das mudanças que ocorreram no período de 1998 a 2000. A lista das espécies encontradas nas parcelas neste período estão identificadas pelo nome vulgar, nome científico e família botânica a que pertencem, conforme apresenta a Tabela 2.

TABELA 2 – LISTA DAS ESPÉCIES QUE OCORREM NAS PARCELAS PERMANENTES COM NOME VULGAR, NOME CIENTÍFICO E FAMÍLIA QUE PERTENCEM. ALGUMAS ESPÉCIES POSSUEM SINONÍMIA DO NOME COMUM

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Ariticum, Embira do mato	<i>Rollinia silvatica</i> Schlechtendal	Annonaceae
Aroeira	<i>Schinus therebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae
Bracatinga	<i>Mimosa scabrella</i> Benth	Mimosaceae
Branquilha	<i>Sebastiania klotzchiana</i> Mueller Argoviensis	Euphorbiaceae
Bugreiro, Pau-de-bugre	<i>Lythraea brasiliensis</i> L. Marchand	Anacardiaceae
Cafezeiro-do-mato	<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	Flacourtiaceae
Canela	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae
Canela-caujuja, Caujuja	<i>Styrax leprosus</i> Hooker et Arnott	Styracaceae
Canela-guaicá, Canela-sebo	<i>Ocotea puberula</i> Nees.	Lauraceae
Canela-imbuia	<i>Nectandra megapotamica</i> Mez.	Lauraceae
Canela-lageana	<i>Ocotea pulchella</i> Martius	Lauraceae
Canela-preta	<i>Ocotea catharinensis</i>	Lauraceae
Capororoca, Capororocão	<i>Myrsine umbellata</i> Martius ex A. De Candolle	Myrsinaceae
Capororoquinha, Capororoca	<i>Myrsine ferruginea</i> Sprengel	Myrsinaceae
Carne-de-vaca	<i>Clethra scabra</i> Pers. (Meissner) Sleumer	Clethraceae
Caroba	<i>Jacaranda puberula</i> Chamisso	Bignoniaceae
Casearia, Guaçatunga	<i>Casearia sylvestris</i> Swartz	Flacourtiaceae
Cataia, Casca-d'anta	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	Winteraceae
Caúna	<i>Ilex theezans</i> Martius	Aquifoliaceae
Congonha	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Aquifoliaceae
Erva-mate, Mate	<i>Ilex paraguariensis</i> Saint-Hilaire	Aquifoliaceae
Goiabeira, Goiaba	<i>Feijoa sellowiana</i> Berg.	Myrtaceae
Guaçatunga-preta	<i>Casearia obliqua</i> Sprengel	Flacourtiaceae
Guamirim	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
Guamirim-de-várzea	Não identificada	Myrtaceae
Guamirim-miúdo	<i>Myrcia</i> sp.	Myrtaceae
Guaraperê, Guaperê	<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambessedes) L. B. Smith	Cunoniaceae
Imbuia	<i>Ocotea porosa</i> (Nees et Martius) L. Barroso	Lauraceae
Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i> Willdenow	Leguminosae
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia alba</i> (Chamisso) Sandwith	Bignoniaceae
Leiteiro, Pau-de-leite	<i>Sapium glandulatum</i> (Vellozo) Pax	Euphorbiaceae
Mamica-de-porca	<i>Zanthoxylum rhoifolia</i> (Lamarck) Engler	Rutaceae
Maria-mole	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	Symplocaceae
Marmeleiro	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissner	Polygonaceae
Miguel-pintado	<i>Matayba elaeagnoides</i> Raldk	Sapindaceae
Uvarana	<i>Cordyline dracaenoides</i> Kunth	Palmaceae
Pau-de-anta	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	Symplocaceae
Perta-guela, Guamirim-ferro	<i>Calyptanthus concinna</i> De Candolle	Myrtaceae
Pessegueiro-bravo	<i>Prunus brasiliensis</i> Schott Ex. Spreng	Rosaceae
Pimenteira	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Canellaceae
Pinheiro-do-Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertoloni) Otto Kuntze	Araucariaceae
Sapopema	<i>Sloanea guianensis</i> (Aublet) Benth	Elaeocarpaceae
Sucará	<i>Dasyphyllum spinensis</i> (Less.) Cabr.	Asteraceae
Tarumã	<i>Vitex megapotamica</i> (Sprengel) Moldenke	Verbenaceae
Uvaia, Uvaieira, Uvalha	<i>Eugenia pyriformis</i> Cambessedes	Myrtaceae
Vacum	<i>Allophylus edulis</i> (Saint Hilaire) Radlkofer	Sapindaceae
Vassourão	Não identificada	Asteraceae
Vassourão-branco	<i>Vernonia discolor</i> (Sprengel) Lessing	Asteraceae
Vassourão-preto	<i>Piptocarpha axilaris</i> (Lessing) Baker	Asteraceae

4.2.1 Estrutura Horizontal

Para a caracterização da estrutura horizontal foram analisados os parâmetros de densidade, dominância e frequência e os resultados foram obtidos por espécie, por parcela e por tipologias.

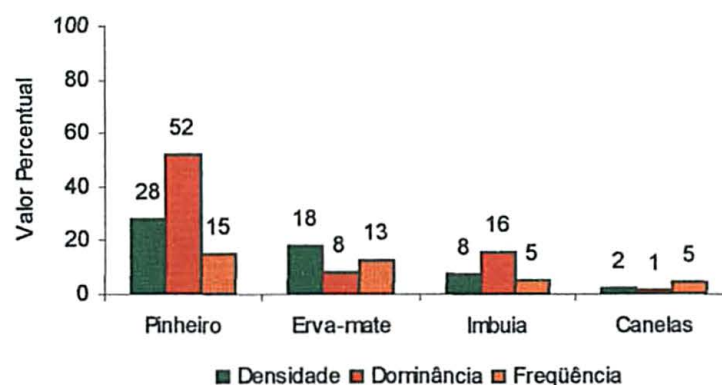
A Tabela 3 mostra alguns parâmetros dendrológicos referentes ao diâmetro médio encontrado para cada parcela. Estes parâmetros denotam a diferenciação das parcelas entre si, e que até dentro de uma mesma tipologia podemos encontrar resultados que não sejam semelhantes.

TABELA 3 – QUADRO RESUMO DE ALGUNS PARÂMETROS DENDROLÓGICOS E FITOSSOCIOLÓGICOS ENCONTRADOS NA FLORESTA PARA AS PARCELAS PERMANENTES

	PARCELAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
N.º árv/ha	121	160	707	287	913	328	675	333
N.º espécies	9	13	24	14	37	15	24	30
N.º gêneros	8	10	18	11	26	10	17	24
N.º famílias	8	9	15	10	19	10	15	19
G/ha (m²)	14,95	13,08	32,86	25,52	40,42	19,44	34,94	24,51
DAP máx. (cm)	80,21	90,71	129,23	77,98	174,11	141,90	143,24	111,53
DAP médio (cm)	34,25	25,85	20,21	28,84	19,40	22,80	19,72	26,17
DAP min. (cm)	10,20	10,10	10,10	10,10	10,60	10,30	10,20	10,60

O pinheiro foi a espécie de maior densidade, dominância e frequência dentro da floresta analisada como um todo, nas 200 subparcelas de 400 m². O parâmetro mais representativo foi a dominância com 52% de cobertura total. A Figura 7 mostra uma representação gráfica destes parâmetros para as principais espécies encontradas na área de 8 ha.

FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS VALORES RELATIVOS DOS PARÂMETROS DE DENSIDADE, DOMINÂNCIA E FREQUÊNCIA PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES QUE OCORRERAM NA FLORESTA (8 ha)



4.2.1.1 Densidade

A densidade total para a área de 8 ha foi de 3.524 árvores com 57 espécies divididos em 38 gêneros e 26 famílias botânicas, apresentados na Tabela 4 com uma breve comparação de resultados com outros trabalhos. As densidades por parcela variaram muito, de um mínimo de 121 árv/ha na parcela 1 até de 913 árv/ha na parcela 5, o que resultou em uma média de 403 árv/ha.

TABELA 4 – COMPARAÇÃO DOS VALORES RELATIVOS A COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA ENCONTRADA NESTA ÁREA DE ESTUDO COM TRABALHOS ANTERIORES NO BIOMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

Autor	Nº árv.	Área (ha)	Espécies	Gêneros	Famílias
Este trabalho	3524	8	57	38	26
Schaaf (2001)	2202	9	55	46	31
Pizatto (1999)	2140	3,5	66	46	30
Durigan (1999)	2379	8	69	44	29
Longhi (1980)	2133	7,4	51	36	26

O pinheiro foi a espécie que mais contribuiu para este valor, com 990 árvores em 8 ha e 27,98% da densidade total, tendo uma média de 123 árv/ha. PIZATTO (1999) encontrou valor semelhante de 24,63% e LONGHI (1980) encontrou 41,74%. Em seguida, temos a erva-mate com 18,30% e 645 árvores, média de 80 árv/ha e a Imbuia com 7,58% e 267 árvores, média de 33 árv/ha.

As três principais espécies, o pinheiro, a erva-mate e a imbuia representam mais de 50% da densidade, ou seja, 5% da diversidade de espécies representam mais de 50% da floresta total em termos de densidade, sendo as espécies mais importantes no ambiente florestal estudado. Mais de 75% das espécies representam estágios iniciais de sucessão vegetal as quais são comumente encontradas em capoeiras e capoeirões. A Tabela 5 apresenta valores de densidade por hectare, para o total das oito parcelas e em valores relativos para cada espécie encontrada na floresta.

As duas maiores famílias encontradas neste estudo de caso foram Myrtaceae e Lauraceae, ambas com 5 gêneros cada uma, e 11,39% e 18,50% respectivamente do total da floresta. PIZATTO (1999) encontrou parâmetros semelhantes de 5 gêneros para Myrtaceae e de 4 gêneros para Lauraceae.

A densidade das principais espécies também foi analisada dentro das tipologias encontradas denotando que na tipologia pinheiro com folhosas houve o predomínio da erva-mate, sendo que as duas outras tipologias o pinheiro ocorreu em número muito superior a erva-mate, tendo a quase ausência de imbuia e canelas na tipologia pinheiro com folhosas, que pode ser verificada na Figura 8.

FIGURA 8 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR RELATIVO DO PARÂMETRO DENSIDADE PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FLORESTA DENTRO DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS

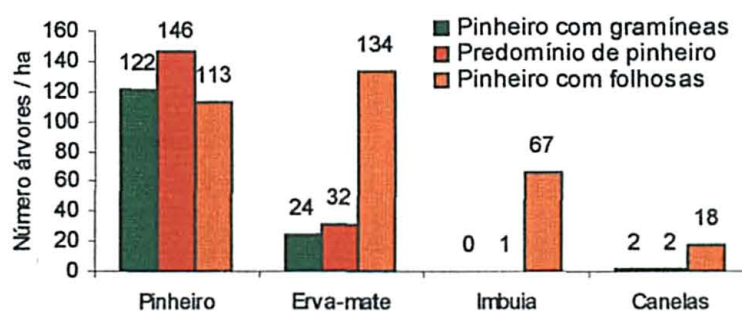


TABELA 5 – VALORES DE DENSIDADE POR HECTARE, PARA O TOTAL DAS OITO PARCELAS E EM VALORES RELATIVOS PARA CADA ESPÉCIE

ESPÉCIE	PARCELAS								Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Pinheiro-do-Paraná	67	55	203	176	158	237	87	3	986	27,98
Erva-mate	20	43	276	28	165	20	61	32	645	18,30
Imbuia		1			72		158	36	267	7,58
Leiteiro	15			24	133		31	40	243	6,90
Cataia	13		2	9	120	5	2		151	4,28
Carne-de-vaca	1	2	43	3	4	26	4	4	87	2,47
Capororoquinha		33	2	9	31	8	5	8	96	2,72
Guamirim			68		3	1	41		113	3,21
Vassourão-branco		7	2	6	5			47	67	1,90
Vassourão-preto		9	5	9				40	63	1,79
Caúna			2	1	7	1	15	3	29	0,82
Bracatinga			3	1				41	45	1,28
Morta		3	19	9	27	5	24	1	88	2,50
Bugreiro					51	2		1	54	1,53
Capororoca					9		33	8	50	1,42
Canela	1		4				33		38	1,08
Guaçatunga		1			1		7	9	18	0,51
Congonha		1	4		9			1	15	0,43
Guaraperê	2				1		1	5	9	0,26
Maria-mole				3	3	8		1	15	0,43
Canela-lajeana	1				2	1		2	6	0,17
Pessegueiro-bravo					1	1	2	6	10	0,28
Caroba	1	1			7			2	11	0,31
Canela-guaicá			1	1	3		3		8	0,23
Mamica-de-porca			1		9			3	13	0,37
Vassourão							16	4	20	0,57
Pau-de-anta					5	2			7	0,20
Canela-caujuja			10					3	13	0,37
Guamirim-vermelho					6			2	8	0,23
Uvaia			1		7				8	0,23
Branquilho			1					1	2	0,06
Uvarana		2	1						3	0,09
Sucará			1		1				2	0,06
Guamirim-branco					20				20	0,57
Vacum			1					1	2	0,06
Miguel-pintado							1	1	2	0,06
Ipê amarelo					12				12	0,34
Perta-guela					10				10	0,28
Canela-preta					8				8	0,23
Pimenteira							2		2	0,06
Goiabeira					6				6	0,17
Ingá					3				3	0,09
Canela-imbuia							2		2	0,06
Canela-alho						2			2	0,06
Ariticum					2				2	0,06
Cafezeiro-do-mato								2	2	0,06
Vassourão-cambará							2		2	0,06
Sapopema								1	1	0,03
Araçá					1				1	0,03
Tarumã							1		1	0,03
Casearia								1	1	0,03
Marmeleiro			1						1	0,03
Aroeira					1				1	0,03
Mosquiteiro					1				1	0,03
Guamirim-miúdo			1						1	0,03
Pau-cigarra							1		1	0,03
Outras espécies		2	55	8	9	9	143	24	250	7,09
TOTAL	121	160	707	287	913	328	675	333	3524	100

4.2.1.2 Dominância

A dominância total para a área de 8 ha foi de 205,7 m², uma média de 25,71 m²/ha com um mínimo de 14,95 m²/ha na parcela 1 e um máximo de 40,42 m²/ha na parcela 5. As primeiras 10 espécies classificadas pelo Valor de Importância (VI) representam mais de 90% da dominância para a floresta.

O pinheiro é a espécie de maior importância para este parâmetro estudado dominando sozinha 52,20% da floresta com média de 13 m²/ha. PIZATTO (1999) encontrou 49,36% para o mesmo parâmetro. A Imbuia teve 15,70% da dominância com média de 4 m²/ha. A terceira maior contribuição é da erva-mate com média de 2,1 m²/ha.

Das 57 espécies encontradas, 45 contribuíram com menos de 1% do total da abundância. Em uma análise da Figura 9 pode-se evidenciar que há um aumento da área basal dentro das tipologias analisadas para os locais onde o pinheiro cresce mais livremente. A erva-mate teve um comportamento inverso, crescendo mais nas áreas sombreadas o que é característica da espécie. A tipologia floresta com pinheiro teve uma grande participação da imbuia e as canelas só tiveram uma pequena participação deste parâmetro na tipologia pinheiro com folhosas. A Tabela 6 apresenta valores de dominância por hectare, para o total das oito parcelas e em valores relativos para cada espécie encontrada na floresta.

FIGURA 9 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR RELATIVO DO PARÂMETRO DOMINÂNCIA PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FLORESTA DENTRO DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS

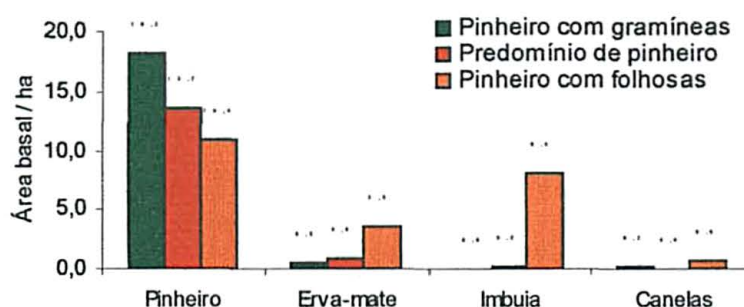


TABELA 6 – VALORES DE DOMINÂNCIA POR HECTARE, PARA O TOTAL DAS OITO PARCELAS E EM VALORES RELATIVOS PARA CADA ESPÉCIE

ESPÉCIE	PARCELAS								Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Pinheiro-do-Paraná	13,4	9,6	16,18	22,93	19,28	17,77	6,78	1,44	107,4	52,20
Erva-mate	0,38	1,43	8,73	0,69	2,76	0,35	1,44	0,97	16,8	8,14
Imbuia		0,36			5,49		16,4	10,05	32,3	15,70
Leiteiro	0,35			0,49	4,36		0,94	1,55	7,7	3,74
Cataia	0,16		0,06	0,2	2,51	0,08	0,05		3,1	1,49
Came-de-vaca	0,01	0,03	2,53	0,04	0,06	0,45	0,04	0,09	3,3	1,58
Capororoquinha		0,62	0,1	0,21	0,9	0,17	0,08	0,62	2,7	1,31
Guamirim			1,41		0,05	0,01	1,16		2,6	1,28
Vassourão-branco		0,13	0,03	0,22	0,1			1,58	2,1	1,00
Vassourão-preto		0,22	0,06	0,18				1,32	1,8	0,87
Caúna			0,03	0,02	0,09	0,01	0,22	0,17	0,5	0,26
Bracatinga			0,07	0,01				3,23	3,3	1,61
Morta		0,1	0,57	0,31	1,33	0,18	0,34	0,09	2,9	1,42
Bugreiro					0,93	0,02		0,16	1,1	0,54
Capororoca					0,2		0,57	0,14	0,9	0,44
Canela	0,2		0,22				1,02		1,4	0,70
Guaçatunga		0,06			0,01		0,3	0,14	0,5	0,25
Congonha		0,04	0,22		0,28			0,05	0,6	0,29
Guaraperê	0,2				0,02		0,01	0,69	0,9	0,45
Maria-mole				0,04	0,07	0,12		0,03	0,3	0,13
Canela-lajeana	0,22				0,02	0,02		0,41	0,7	0,33
Pessegueiro-bravo					0,03	0,01	0,02	0,38	0,4	0,21
Caroba	0,03	0,01			0,13			0,05	0,2	0,11
Canela-guaicá			0,02	0,01	0,04		0,06		0,1	0,06
Mamica-de-porca			0,04		0,1			0,1	0,2	0,12
Vassourão							0,57	0,1	0,7	0,33
Pau-de-anta					0,08	0,04			0,1	0,06
Canela-caujuja			0,39					0,11	0,5	0,24
Guamirim-vermelho					0,08			0,13	0,2	0,10
Uvaia			0,03		0,17				0,2	0,10
Branquilho			0,12					0,04	0,2	0,08
Uvarana		0,01	0,02						0,0	0,01
Sucará			0,02		0,01				0,0	0,01
Guamirim-branco					0,26				0,3	0,13
Vacum			0,01					0,03	0,0	0,02
Miguel-pintado							0,01	0,01	0,0	0,01
Ipê amarelo					0,42				0,4	0,20
Perta-guela					0,13				0,1	0,06
Canela-preta					0,17				0,2	0,08
Pimenteira							0,42		0,4	0,20
Goiabeira					0,07				0,1	0,03
Ingá					0,07				0,1	0,03
Canela-imbuia							0,07		0,1	0,03
Canela-alho						0,07			0,1	0,03
Ariticum					0,02				0,0	0,01
Cafezeiro-do-mato								0,02	0,0	0,01
Vassourão-cambará							0,02		0,0	0,01
Sapopema								0,05	0,1	0,02
Araçá					0,03				0,0	0,01
Tarumã							0,03		0,0	0,01
Casearia								0,02	0,0	0,01
Marmeleiro			0,02						0,0	0,01
Aroeira					0,02				0,0	0,01
Mosquiteiro					0,01				0,0	0,00
Guamirim-miúdo			0,01						0,0	0,00
Pau-cigarra							0,01		0,0	0,00
Outras espécies		0,47	1,97	0,17	0,12	0,14	4,38	0,74	8,0	3,88
TOTAL	14,95	13,08	32,86	25,52	40,42	19,44	34,94	24,51	205,7	100

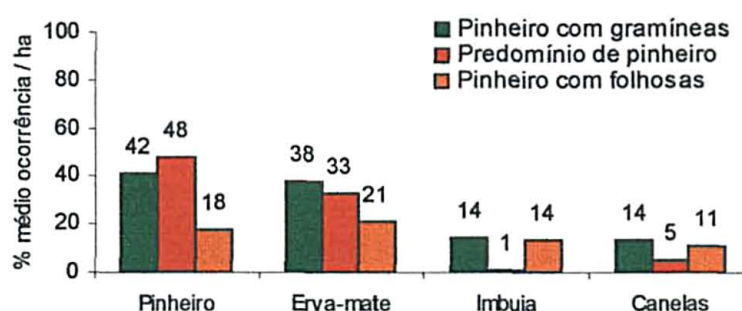
4.2.1.3 Freqüência

A freqüência absoluta para cada parcela é a ocorrência da espécie em cada subparcela e a freqüência total é o resultado médio das oito parcelas.

Deste modo obte-se que as 10 primeiras espécies classificadas pelo Valor de Importância resultaram em 64,28% do valor total. O pinheiro foi a espécie mais freqüente com 83,0% nas 200 subparcelas do total de 8 ha. PIZATTO (1999) observou índice de 81,71% e LONGHI (1980) de 100%. Obteve-se a freqüência total nas parcelas 3, 4 e 6 e na parcela 8 obteve-se o menor valor de freqüência que foi de 12%.

Os valores de freqüência das principais espécies para cada tipologia mostrou que o pinheiro, apesar de apresentar os maiores índices, não possui uma distribuição regular ocorrendo de forma agrupada. As distribuições mais regulares ocorreram nas tipologias com predomínio de pinheiro e pinheiro com gramíneas. Uma representação destas distribuições encontra-se na Figura 10.

FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO VALOR RELATIVO DO PARÂMETRO DOMINÂNCIA PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FLORESTA DENTRO DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS



A Tabela 7 mostra a freqüência absoluta e relativa individual dentro de cada parcela e a freqüência absoluta para cada parcela. O pinheiro e a erva-mate são as espécies de maior importância para este parâmetro com os maiores valores percentuais ocorrentes.

TABELA 7 - VALORES DE FREQUÊNCIA POR HECTARE, PARA O TOTAL DAS OITO PARCELAS E EM VALORES RELATIVOS PARA CADA ESPÉCIE

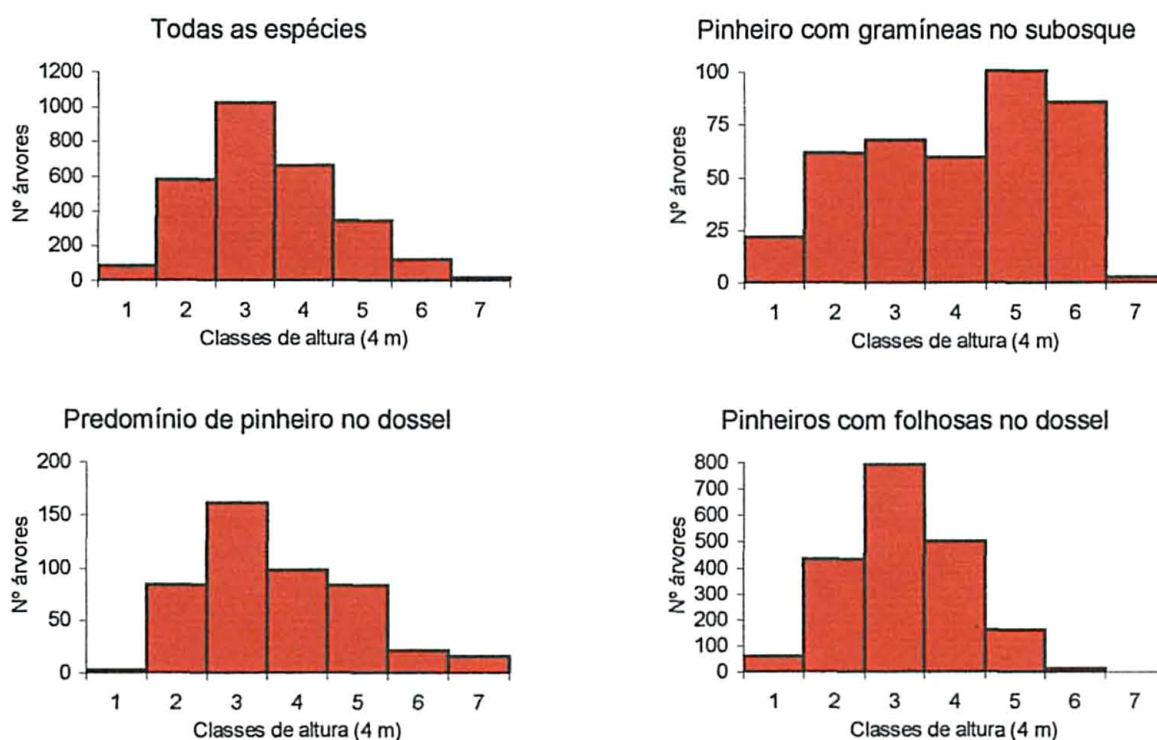
ESPÉCIE	PARCELAS								Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Pinheiro-do-Paraná	92	92	100	100	96	100	72	12	83,0	15,26
Erva-mate	44	80	100	48	96	52	84	56	70,0	12,87
Imbuia		4			84		92	44	28,0	5,15
Leiteiro	36			48	100			56	30,0	5,52
Cataia	16		8	20	92	4	8		18,5	3,40
Carne-de-vaca	4	8	64	12	16	36	16	16	21,5	3,95
Capororoquinha		56	8	24	64	16	8	28	25,5	4,69
Guamirim			52		8	4	64		16,0	2,94
Vassourão-branco		20	8	12	16			76	16,5	3,03
Vassourão-preto		24	16	16				68	15,5	2,85
Caúna			8	4	24	4	40	12	11,5	2,11
Bracatinga			12	4				44	7,5	1,38
Morta		8	56	24	68	20	44	80	37,5	6,90
Bugreiro					60	4		4	8,5	1,56
Capororoca					32		40	12	10,5	1,93
Canela	4	8	8				64		10,5	1,93
Guaçatunga		4			4		16	24	6,0	1,10
Congonha		4	16		24			4	6,0	1,10
Guaraperê	8				4		4		2,0	0,37
Maria-mole				12	12	12		4	5,0	0,92
Canela-lajeana	4				8	4		8	3,0	0,55
Pessegueiro-bravo					4	4	8	20	4,5	0,83
Caroba	2	4			28			8	5,3	0,97
Canela-guaicá			4	4	12		12		4,0	0,74
Mamica-de-porca			4		20			12	4,5	0,83
Vassourão							56	8	8,0	1,47
Pau-de-anta					16	8			3,0	0,55
Canela-cajuja			28					12	5,0	0,92
Guamirim-vermelho					24			8	4,0	0,74
Uvaia			4		20				3,0	0,55
Branquilha			4					4	1,0	0,18
Uvarana		4	4						1,0	0,18
Sucará			4		4				1,0	0,18
Guamirim-branco					36				4,5	0,83
Vacum			4					4	1,0	0,18
Miguel-pintado							4	4	1,0	0,18
Ipê amarelo					32				4,0	0,74
Perta-guela					12				1,5	0,28
Canela-preta					16				2,0	0,37
Pimenteira							8		1,0	0,18
Goiabeira					20				2,5	0,46
Ingá					4				0,5	0,09
Canela-imbuia							4		0,5	0,09
Canela-alho						8			1,0	0,18
Ariticum					4				0,5	0,09
Cafezeiro-do-mato								8	1,0	0,18
Vassourão-cambará							8		1,0	0,18
Sapopema								4	0,5	0,09
Araçá					4				0,5	0,09
Tarumã							4		0,5	0,09
Casearia								4	0,5	0,09
Marmeleiro			4						0,5	0,09
Aroeira					4				0,5	0,09
Mosquiteiro					4				0,5	0,09
Guamirim-miúdo			4						0,5	0,09
Pau-cigarra							4		0,5	0,09
Outras espécies		8	88	28	24	28	92	56	40,5	7,45
TOTAL	210	324	608	356	1096	304	752	700	543,8	100

4.2.2 Estrutura Vertical

4.2.2.1 Distribuição hipsométrica

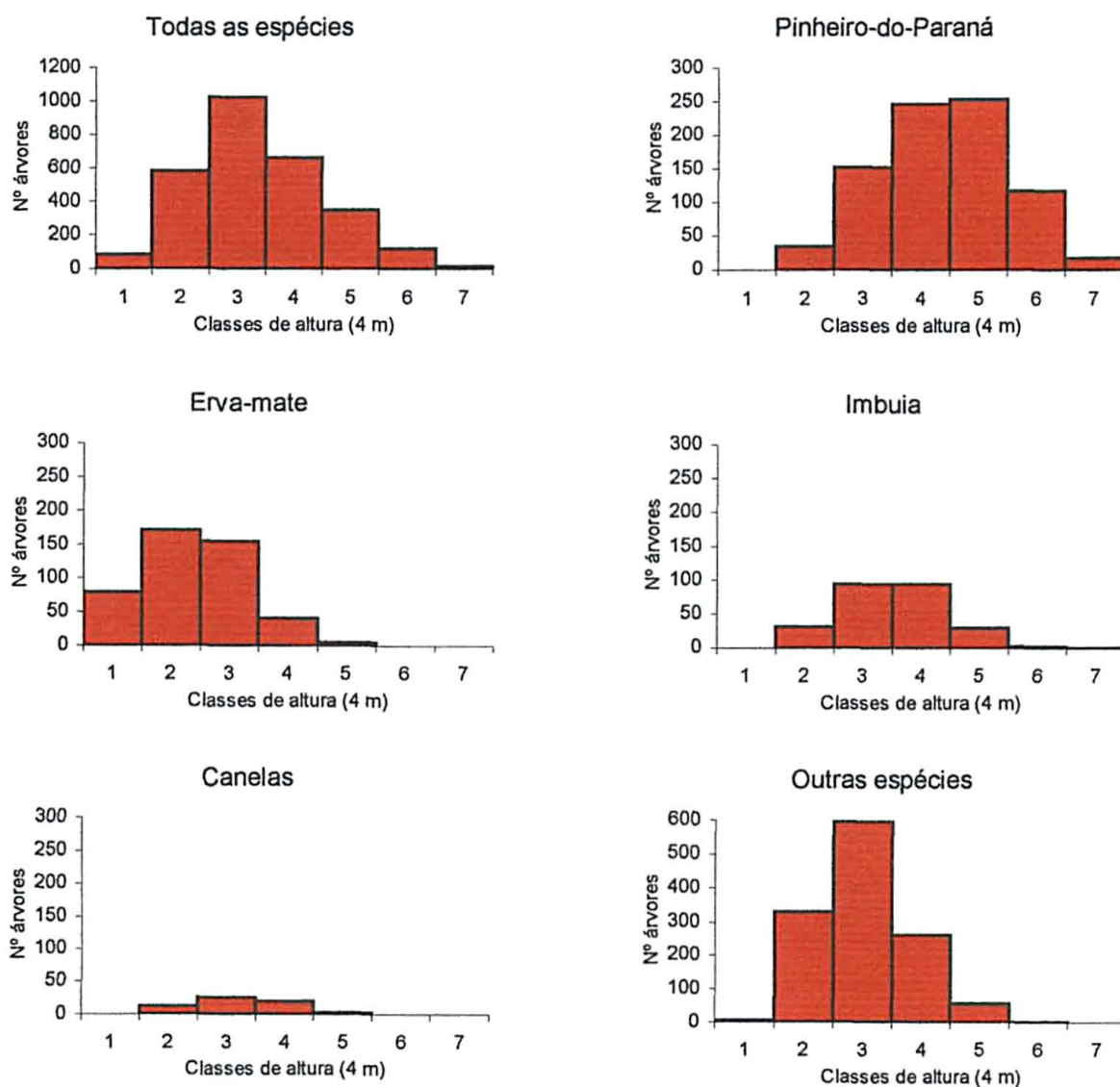
Esta análise procedeu-se com a distribuição dos valores das alturas coletadas em campo distribuídas em classes de 4 m. A Figura 11 demonstra uma distribuição diferenciada para cada tipologia, tendo uma certa normalidade somente na tipologia mista de pinheiros com folhosas no dossel e também para a distribuição da floresta total. A altura média foi de 14,35 m para a tipologia pinheiro com gramíneas no subosque; 12,87 m para a tipologia predomínio de pinheiro e de 10,89 m para a tipologia pinheiro com folhosas no dossel. Isto demonstra que as tipologias escolhidas para as análises em separado são mesmo diferenciadas entre si.

FIGURA 11 - REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DAS ALTURAS COM INTERVALO DE CLASSE DE 4 m PARA O TOTAL DA FLORESTA E PARA AS TRÊS TIPOLOGIAS ENCONTRADAS



A altura média do pinheiro foi de 15,73 m, a erva-mate teve 7,63 m, a imbuia teve 12,67 m, as canelas tiveram média de 11,09 m e o grupo de outras espécies tiveram média de 10,37 m. A Figura 12 mostra uma distribuição das alturas para a floresta e para as principais espécies, denotando que ocorre uma distribuição que se assemelha com uma curva assimétrica positiva, ou seja, há uma concentração maior de indivíduos de menores alturas.

FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DISTRUBUIÇÃO DAS ALTURAS COM INTERVALO DE CLASSE DE 4 m PARA A FLORESTA E PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES

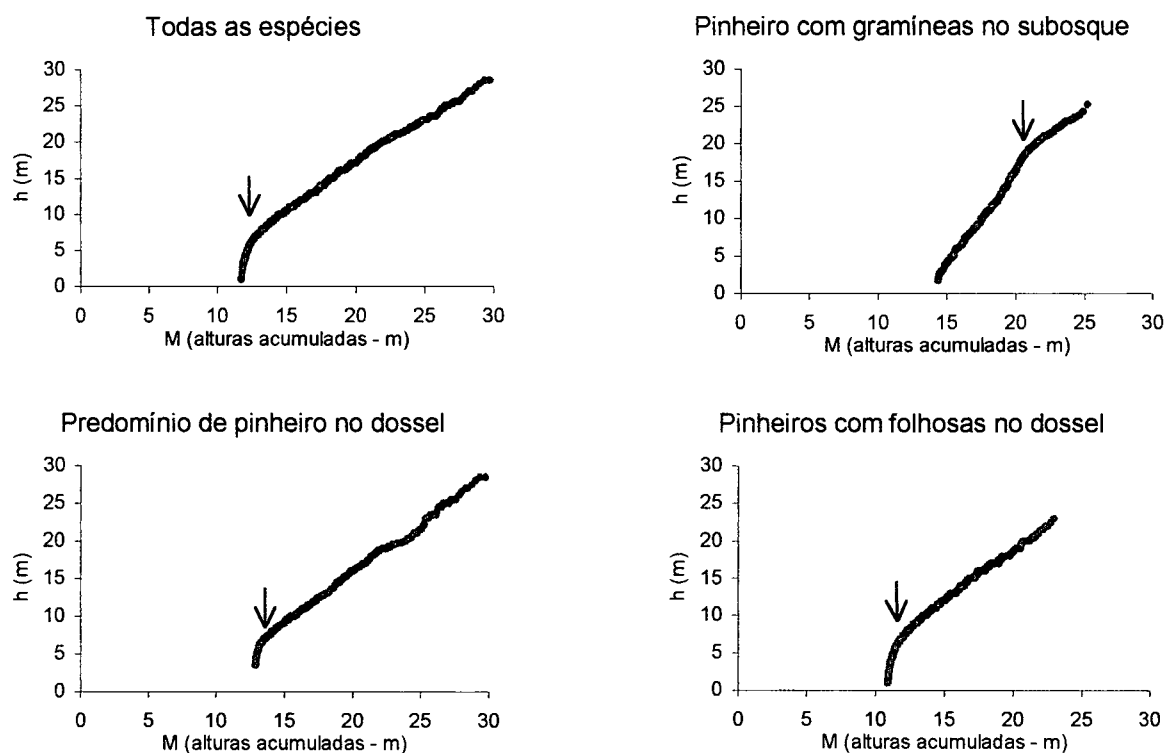


4.2.2.2 Estratificação vertical

A estratificação vertical foi analisada pelo uso do diagrama h-M somente para o ano de 2000, porque as alturas foram tomadas no decorrer dos três anos (1998, 1999 e 2000). Esta metodologia foi utilizada para evidenciar o número de estratos que ocorreram na floresta e as análises foram feitas para as tipologias florestais, para as principais espécies e para cada parcela.

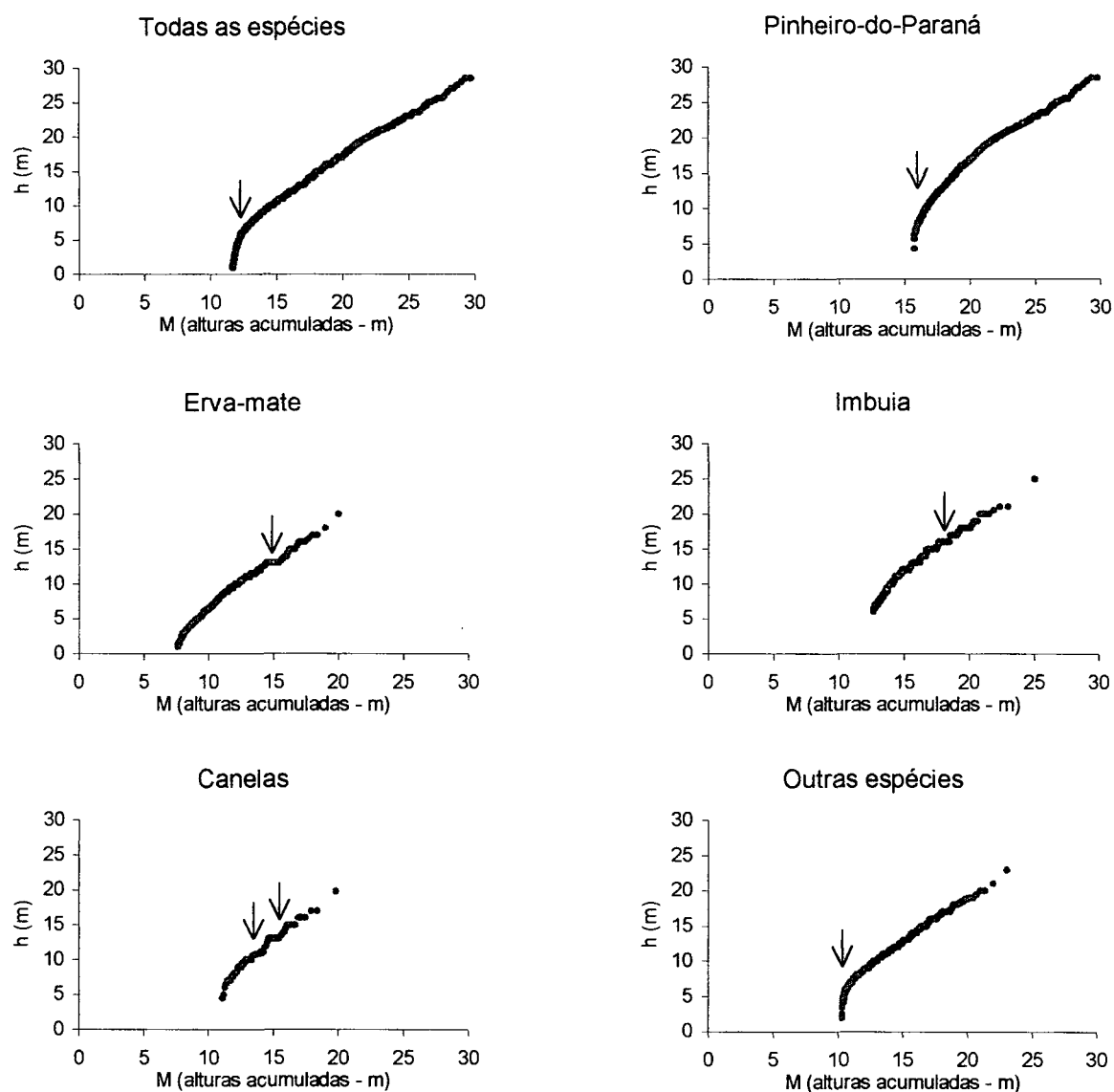
As estratificações para as tipologias tiveram um comportamento diferenciado, que pode ser melhor visualizado pela Figura 13. A tipologia pinheiro com gramíneas no subosque apresentou dois estratos, o primeiro definido entre 2 m até 20,5 m de altura com 62% de ocorrência das árvores e o segundo estrato ficou definido entre 20,6 m até 25,5 m de altura com 38% das árvores. A tipologia com predomínio de pinheiro no dossel apresentou três estratos, o primeiro entre 3,5 m até 13 m de altura com apenas 2% de ocorrência das árvores, o segundo estrato entre 13,1 m até 19 m de altura com 65% de ocorrência e finalmente um terceiro estrato entre as alturas 19,1 m e 31 m com 33% de ocorrência das árvores que nestas áreas tem seus maiores representantes os pinheiros, que devem ter crescido mais que as imbuías e canelas pela concorrência de espaço no dossel. A terceira tipologia mista de pinheiro com folhosas no dossel apresentou também somente dois estratos, um com alturas entre 1 m até 5,9 m com 8% de ocorrência das árvores e o outro com alturas entre 6 m até 23 m com 92% de ocorrência das espécies das parcelas que a compõem.

FIGURA 13 – DIAGRAMA h-M PARA AS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS ENCONTRADAS NA ÁREA FLORESTAL. AS SETAS INDICAM PONTOS DE DIFERENCIAÇÃO DE ESTRATOS



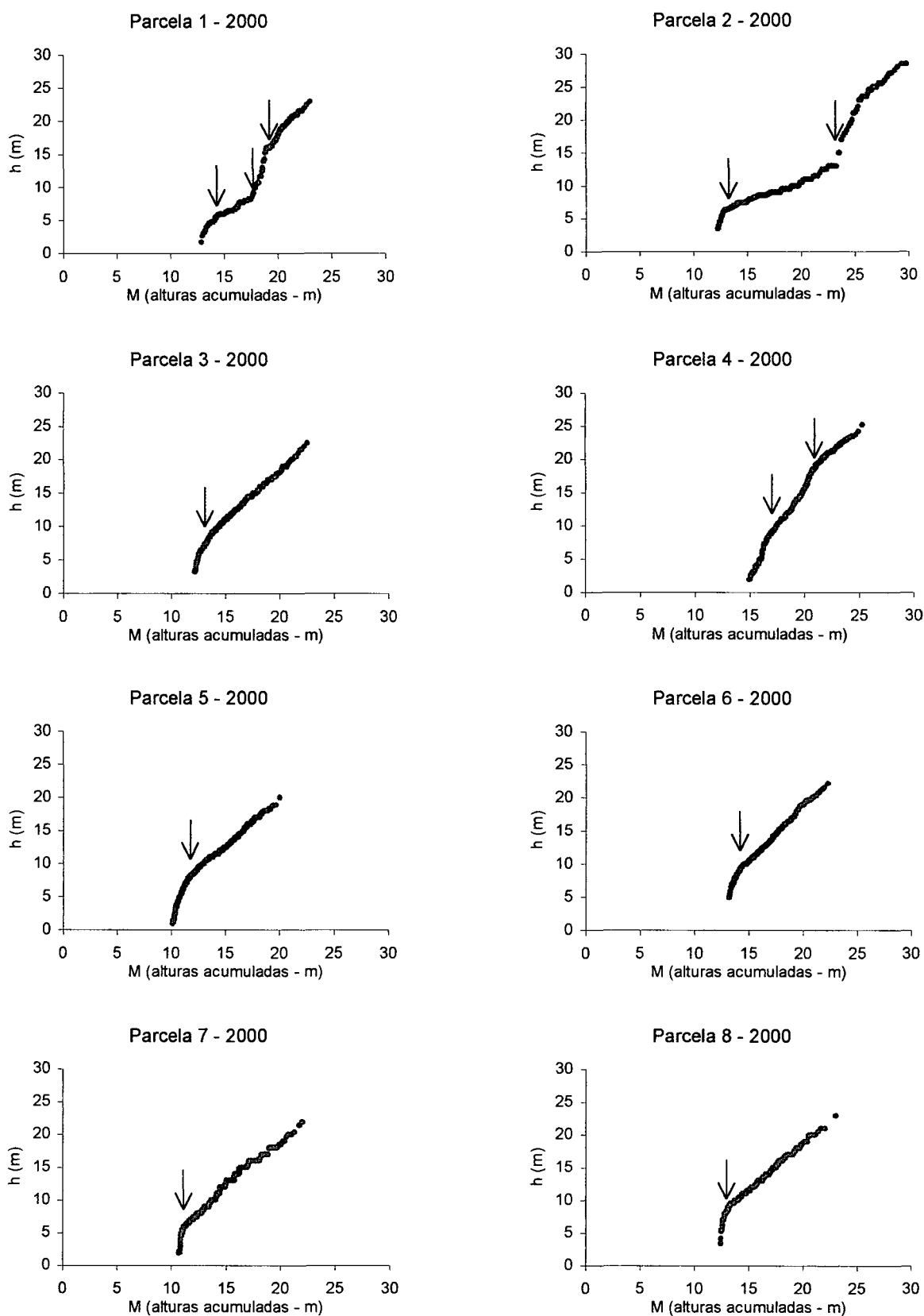
A análise gráfica para as tipologias, demonstrada na Figura 14, denota que o pinheiro, a erva-mate, a imbuia e as canelas não tiveram uma estratificação definida, sendo somente evidenciada para a floresta total e para o agrupamento de todas as outras espécies. A floresta total apresentou dois estratos, o primeiro até 12,5 m de altura com 10% de ocorrência das árvores e o segundo estrato ficou definido entre 12,6 m até 31 m de altura com 90% das árvores. O pinheiro apresentou três estratos, o primeiro até 10 m de altura com 10% das árvores, o segundo entre 10 e 18,5 m com 60% das árvores e o terceiro entre 18,5 até 31 m de altura com 30% de ocorrência das árvores. O agrupamento de outras espécies também apresentou dois estratos, sendo que o primeiro ficou com até 10,5 m e o segundo de 10,6 m até 23 m de altura, com ocorrência relativa das espécies de 5 e 10%, respectivamente. As canelas tiveram a maior ocorrência de descontinuidade das ocorrências na curva, dificultando até a definição do início e fim de cada estrato.

FIGURA 14 – DIAGRAMA h-M PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES COM AS SETAS INDICANDO PONTOS DE DIFERENCIAÇÃO DE ESTRATOS.



A Figura 15 apresenta a metodologia do diagrama h-M aplicada para cada parcela e verificamos que as parcelas são diferentes entre si na estratificação, porém todas têm o início do estrato próximo aos 10 m de altura. A parcela 1 tem 21% das árvores até 6 m, 17% entre 6 e 8 m, 21% entre 8 e 16 m e 42% entre 16 e 23 m. A parcela 2 tem 7% entre 3,5 e 6 m, 65% entre 6 e 13 m e 28% até 13 m.

FIGURA 15 – DIAGRAMA h-M PARA AS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS ENCONTRADAS NA ÁREA FLORESTAL. AS SETAS INDICAM PONTOS DE DIFERENCIAÇÃO DE ESTRATOS



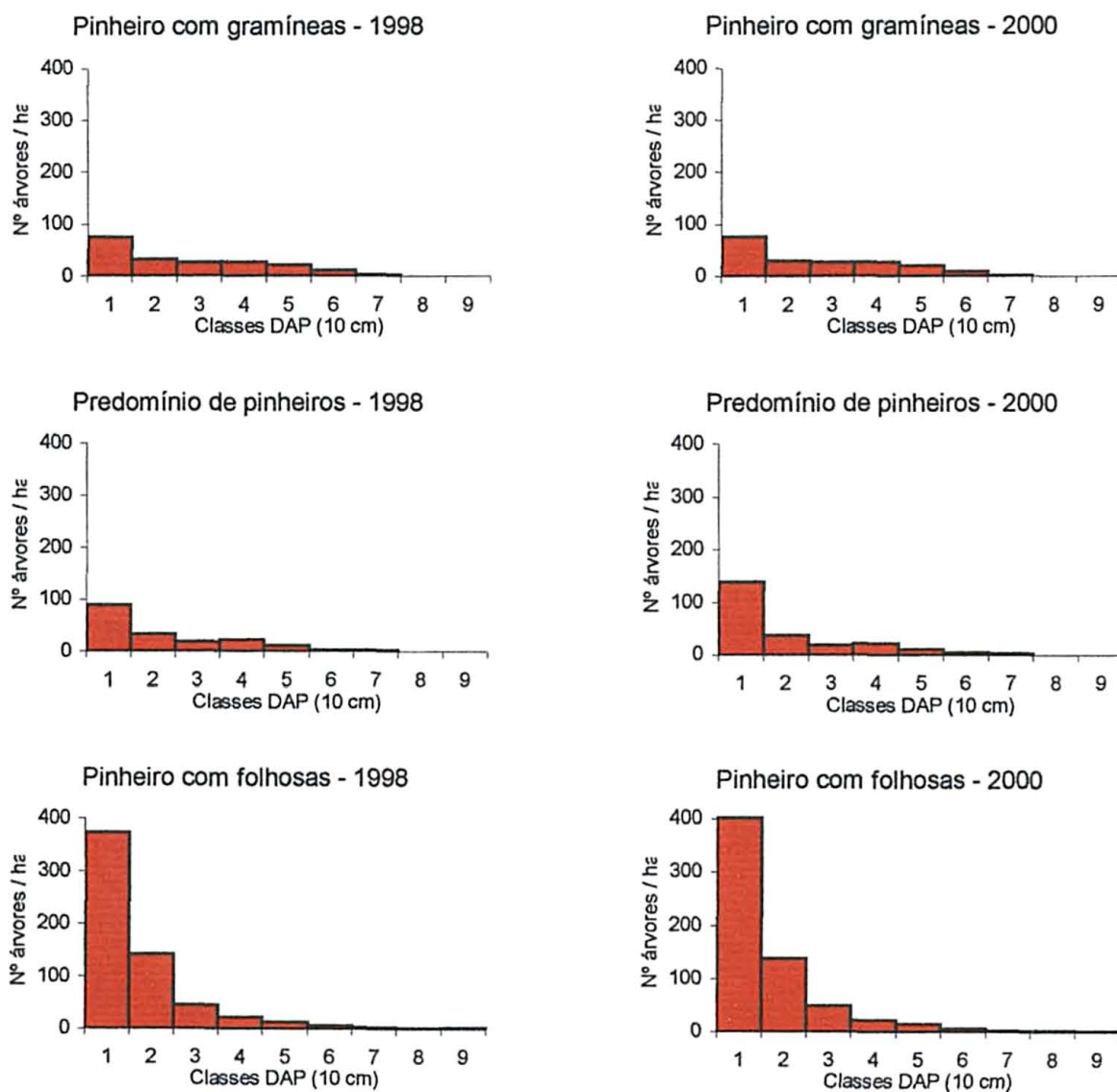
4.2.3 Estrutura Dimensional

4.2.3.1 Distribuição diamétrica

A estrutura diamétrica foi caracterizada pelo número de árvores que cada espécie teve por classe de diâmetro com amplitude de 10 cm distribuídas em doze classes. Esta análise foi feita para as tipologias, para as principais espécies e para as oito parcelas.

A distribuição “J-invertido” teve melhor representação na tipologia pinheiro com folhosas, com 63% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 29% entre 20 e 50 cm, 6% entre 50 e 70 cm e apenas 2% acima de 70 cm. A tipologia pinheiro com gramíneas apresentou valores de 40% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 29% entre 20 e 50 cm, 25% entre 50 e 70 cm e 6% acima de 70 cm e a tipologia com predomínio de pinheiros teve 58% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 24% entre 20 e 50 cm, 14% entre 50 e 70 cm e 4% acima de 70 cm. A representação gráfica destas distribuições é mostrada na Figura 16.

FIGURA 16 - REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM INTERVALO DE CLASSE DE 10 cm PARA AS TIPOLOGIAS ENCONTRADAS NA FLORESTA

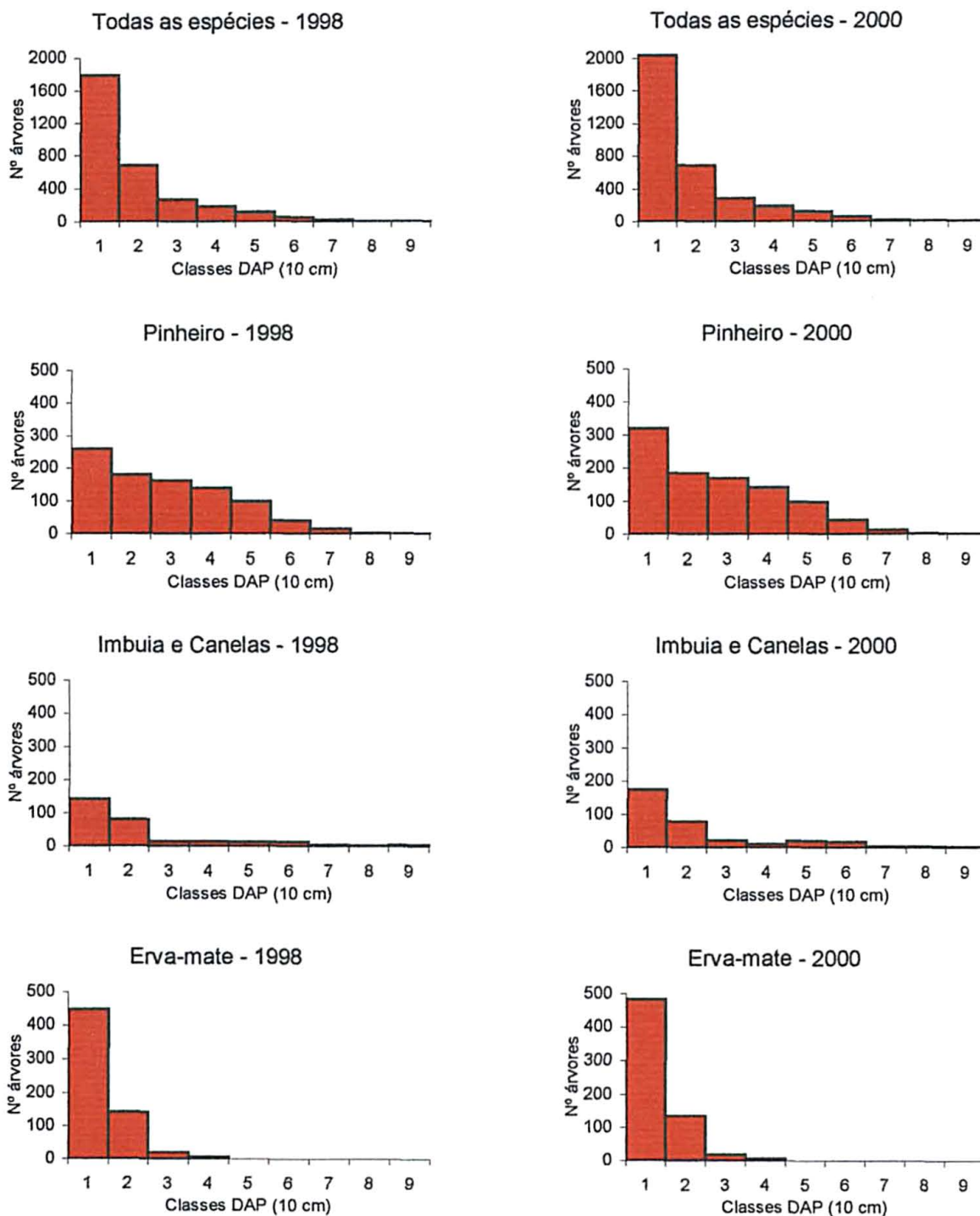


A distribuição encontrada para a área de estudo foi a do “J-invertido”, característica de formações naturais, com muitos indivíduos de diâmetros menores e poucos com grandes diâmetros. DURIGAN (1999), não encontrou esta distribuição característica para a Floresta com Araucária em quatro parcelas analisadas em São João do Triunfo e PIZATTO (1999) na mesma localidade, analisando algumas espécies individuais da floresta também não observou esta tendência.

A Figura 17 apresenta a distribuição gráfica deste parâmetro dos anos de 1998 e 2000 para floresta total, para o pinheiro, para um grupo de imbuia e canelas e para a erva-mate. O pinheiro apresentou 33% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 26% entre 20 e 50 cm, 30% entre 50 e 70 cm e apenas 2% acima de 70 cm.. A imbuia e as canelas agrupadas apresentaram 51% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 29% entre 20 e 50 cm, 10% entre 50 e 70 cm e apenas 8% acima de 70 cm. Finalmente, a erva-mate apresentou 70% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 24% entre 20 e 50 cm, 1% entre 50 e 70 cm e nenhum representante com diâmetro acima de 70 cm. A erva-mate possui uma grande concentração de indivíduos de menores diâmetros e a classe de 10 cm pode ser muito grande para a análise desta espécie.

As espécies que tiveram valores de diâmetro superior a 100 cm foram a *Araucaria angustifolia* (máximo de 141,9 cm) e *Ocotea porosa* (máximo de 174,1 cm) com poucos representantes. DURIGAN (1999) encontrou várias espécies com valores superiores a 100 cm, que foram: *Araucaria angustifolia* (129,3 cm), *Luehea divaricata* (101,2 cm), *Ocotea porosa* (140,9 cm) e *Ocotea puberula* (106,3 cm), e uma amplitude diamétrica situou-se entre 10 e 140,9 cm, com média de 23,78 cm para 1997 e média de 23,82 cm para 1998.

FIGURA 17 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE DIÂMETRO COM INTERVALO DE CLASSE DE 10 cm, POR HECTARE E PARA AS OITO PARCELAS NOS ANOS DE 1998 E 2000 AGRUPADOS POR ESPÉCIES



A Figura 18 apresenta a distribuição gráfica deste parâmetro para cada parcela instalada em campo. As parcelas 3, 5, 7 e 8, representantes da tipologia Pinheiro com Folhosas no Dossel, tiveram distribuição semelhante entre si e são as que mais se assemelham com a distribuição da floresta total, com a forma do “J-invertido”, denotando que o agrupamento para uma mesma tipologia florestal foi correto. As parcelas tiveram ocorrência relativa média de 60, 30, 8 e 2% para os intervalos entre 10 e 20 cm, 20 e 50 cm, 50 e 70 cm e acima de 70 cm, respectivamente. As parcelas 1 e 4 não tiveram comportamento semelhante ao “J-invertido” e nem tiveram semelhança entre si. A parcela 1 teve 41% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 18% entre 20 e 50 cm, 29% entre 50 e 70 cm, 12% acima de 70 cm e a parcela 4 teve 38% de ocorrência das árvores entre 10 e 20 cm, 34% entre 20 e 50 cm, 23% entre 50 e 70 cm e 5% acima de 70 cm. As parcelas 2 e 6 também não tiveram semelhança entre si sendo que parcela 2 teve 61, 16, 12 e 11% para os intervalos entre 10 e 20 cm, 20 e 50 cm, 50 e 70 cm e acima de 70 cm, respectivamente e a parcela 6 teve 57, 27, 15 e 1% para os intervalos entre 10 e 20 cm, 20 e 50 cm, 50 e 70 cm e acima de 70 cm, respectivamente.

FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES POR CLASSE DE DIÂMETRO NOS ANOS DE 1998 E 2000

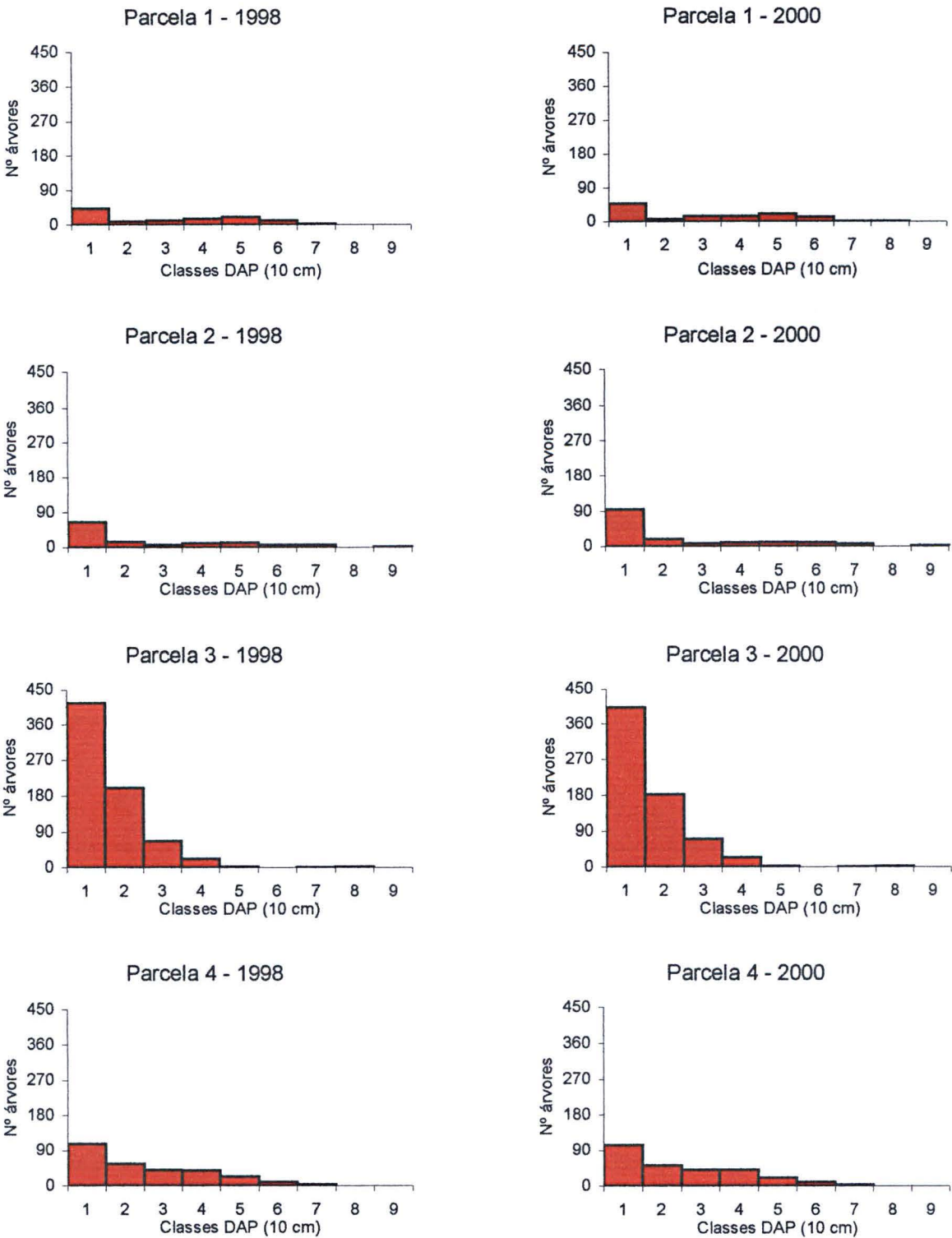
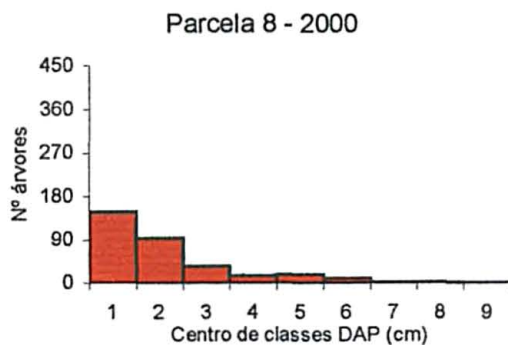
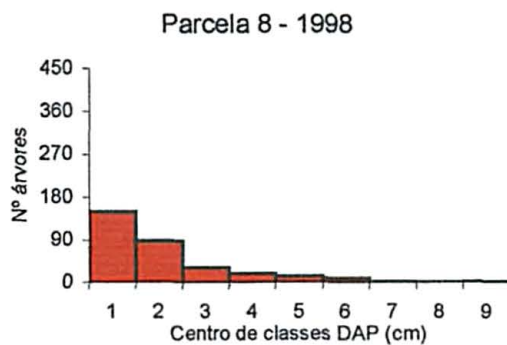
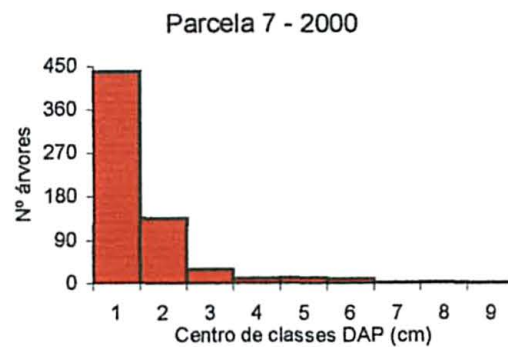
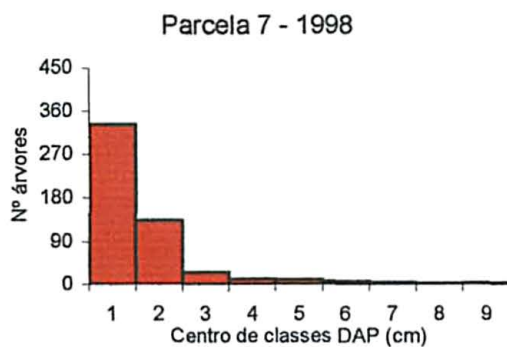
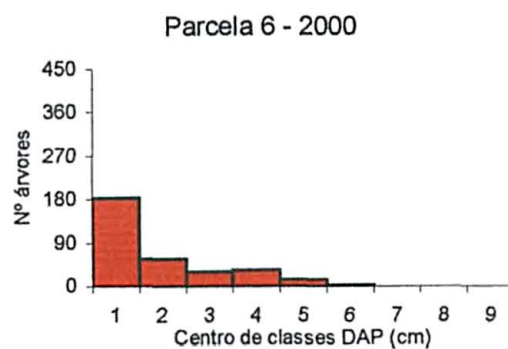
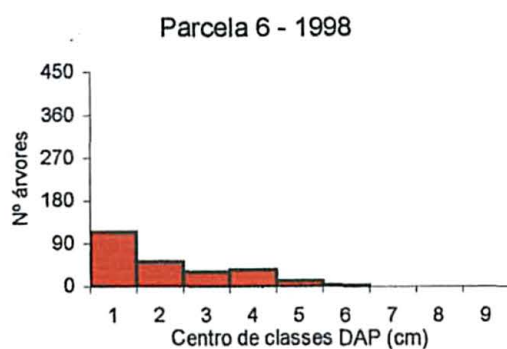
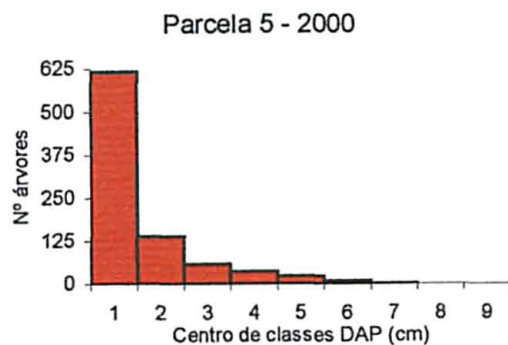
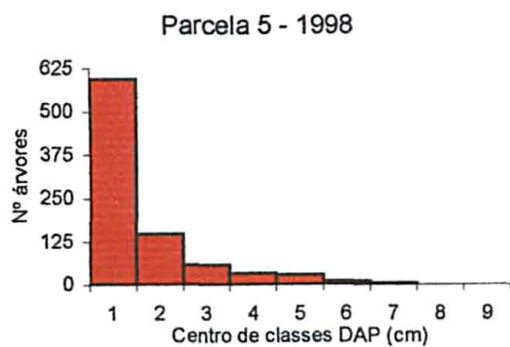


FIGURA 18 – CONTINUAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO



4.3 DINÂMICA DA FLORESTA

A dinâmica dos processos naturais da floresta (8 ha) foi analisada pelas mudanças ocorridas nos parâmetros de crescimento em diâmetro (incremento periódico anual), mortalidade e ingresso para classes de diâmetro, para as espécies e para as tipologias do período de 1998 a 2000.

4.3.1 Crescimento

O termo crescimento quando citado, foi utilizado para se referir ao aumento das dimensões do diâmetro, sendo que os dados coletados em campo foram as circunferências a 1,30 m de altura (CAP), e após transformados em DAP.

Ocorreram 57 espécies florestais das quais 21 apresentaram menos de 5 indivíduos, sendo descartadas desta análise. As demais espécies (36) apresentaram um crescimento médio de 0,1276 cm/ano ($-1,0 \leq \text{IPA} \leq 1,0$) para a floresta total, valor que é influenciado pela dominância de pinheiros ocorrentes na área, os quais tiveram crescimento médio de 0,1298 cm/ano. DURIGAN (1999) encontrou um ICA médio em diâmetro para a *Araucaria angustifolia* com 0,42 cm/ano, muito acima do valor encontrado na área de estudo.

Os menores coeficientes de variação percentual do crescimento médio anual foram da canela-preta com 24,65% e média de 0,45 cm, seguidos de 54,22% da bracatinga, 57,02% do vassourão-branco, 66,6% da carne-de-vaca e 78,35% da canela-cajuja. Pode-se visualizar que, as espécies de maior crescimento em diâmetro médio anual, são as que possuem os menores coeficientes de variação percentual. Conclui-se que espécies pioneiras possuem crescimento mais uniforme, as árvores de mesma espécie que ocupam uma clareira crescem todas juntas.

As espécies erva-mate e cataia apresentaram os maiores coeficientes de variação percentual da floresta porque tiveram reduzidos crescimentos médios anuais. A Tabela 8 apresenta o crescimento médio anual para cada espécie por classe de DAP.

TABELA 8 - REPRESENTAÇÃO DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO MÉDIO ANUAL POR CLASSES DE DAP PARA AS PRINCIPAIS ESPÉCIES ENCONTRADAS NA FLORESTA

ESPÉCIE	CLASSES DE CRESCIMENTO EM DIÂMETRO (cm)											
	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	>120
Bracatinga	0,23	0,42	0,72	0,26								
Bugreiro	0,00	0,31	0,73	0,40								
Canela	0,23	0,51	0,73		0,00	-1,03						
Canela-caujuja	0,62	0,74	0,73									
Canela-guaicá	0,27	0,08	0,23									
Canela-lajeana	0,29											
Canela-preta	0,44		0,31									
Capororoca	0,18	0,15										
Capororoquinha	0,35	0,21	0,17	0,10								
Carne-de-vaca	0,39	0,44	0,47	0,43								
Caroba	0,18	-0,23										
Cataia	0,06	0,06	-0,07									
Caúna	0,13	0,09	0,24									
Congonha	-0,27	0,21	0,34									
Erva-mate	0,01	0,06	0,06	0,13								
Guaçatunga	0,20	-0,06										
Guamirim	0,17	0,31			0,03							
Guaraperê			0,00	-0,03	-0,27							
Imbuia	0,12	0,24	0,10	0,10	0,23	0,16	0,21	0,27	0,06			-0,02
Leiteiro	0,15	0,27	0,10	0,26	0,00							
Pessegueiro-bravo	-0,72			-0,64	-0,65	-0,63						
Pinheiro-do-Paraná	0,13	0,21	0,17	0,24	0,12	0,19	0,12	0,03	0,32	-0,16	0,22	0,03
Vassourão	0,09	0,58	-0,14	0,11								
Vassourão-branco	0,30	0,49	0,48									
Vassourão-preto										-0,43	0,81	
MÉDIA	0,15	0,25	0,30	0,12	-0,08	-0,33	0,17	0,15	0,19	-0,29	0,52	0,004

O crescimento em diâmetro para cada tipologia florestal apresentou grande diferenciação, tendo a formação com predominância de pinheiros os maiores valores para este parâmetro, em média a tipologia B é 81% maior que a tipologia A e 71% maior que a tipologia C, os quais foram de 0,0739 cm/ano para a tipologia A, de 0,3991 cm/ano para a tipologia B e de 0,1157 cm/ano para a tipologia C. A Tabela 9

apresenta o crescimento em diâmetro das principais espécies dentro de cada parcela e média do crescimento de cada espécie para as três tipologias encontradas na floresta. Pode-se dizer que o crescimento médio das espécies pinheiro, erva-mate, imbuia e canelas encontradas na floresta foram 0,14 cm/ano; 0,007 cm/ano; 0,10 cm/ano e 0,19 cm/ano, respectivamente.

Estas espécies estão com valores mais próximos da média da floresta na tipologia mista de pinheiro com folhosas, os quais foram de 0,13 cm/ano para o pinheiro; de 0,05 cm/ano para a erva-mate; 0,12 cm/ano para a imbuia e de 0,18 cm/ano para as canelas. A tipologia com predomínio de pinheiros teve seus valores acima dos valores médios que ocorreram na floresta enquanto a tipologia de formação mista de pinheiros e gramínea teve os valores inferiores aos médios.

TABELA 9 – REPRESENTAÇÃO DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DENTRO DE CADA PARCELA E MÉDIA PARA A TIPOLOGIA FLORESTAL

	Parcelas da Tipologia A			Parcelas da Tipologia B			Parcelas da Tipologia C				
ESPÉCIE	1	4	\bar{x}_a	2	6	\bar{x}_b	3	5	7	8	\bar{x}_c
Pinheiro	0,07	0,07	0,07	0,27	0,34	0,30	0,24	-0,12	0,06	0,34	0,13
Erva-mate	0,09	-0,07	0,01	0,28	0,27	0,27	-0,01	-0,09	-0,10	0,40	0,05
Imbuia	-	-	-	-0,04	-	-	-	0,08	0,13	0,10	0,12
Canelas	0,04	0,08	0,06	-	0,45	0,22	0,21	0,25	0,18	0,07	0,18
Outras spp	0,00	0,18	0,09	0,91	0,55	0,73	0,26	0,01	0,08	0,51	0,21
Agrupadas	0,06	0,08	0,07	0,49	0,35	0,42	0,15	-0,02	0,10	0,44	0,17

Tipologia A – Formação mista de pinheiro no dossel e gramíneas no subosque

Tipologia B - Formação florestal com predomínio de Pinheiro no dossel

Tipologia C – Formação florestal mista de Pinheiro com Folhosas no dossel

\bar{x}_a , \bar{x}_b , \bar{x}_c - Média dos valores de crescimento das espécies dentro das tipologias

4.3.2 Mortalidade

Para a análise deste parâmetro foi considerado o número de árvores que morreram no período de 1998 a 2000. Morreram 130 árvores na floresta o que representou 3,69% para o período ou taxa de 1,84% por ano. A Tabela 10 apresenta o número de árvores mortas por classe de DAP para toda a floresta, divididos por parcela, sendo ordenados por ordem decrescente

TABELA 10 - NÚMERO DE ÁRVORES MORTAS POR CLASSE DE DIÂMETRO COM INTERVALO DE CLASSE DE 10 CM PARA O TOTAL AMOSTRADO DA FLORESTA (8 ha) E POR PARCELA PARA O PERÍODO DE 1998 A 2000

Parcela	N.º árv	N.º árvores mortas (classes de 10 cm)						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0							
2	3	2	1					
3	36	18	16	2				
4	9	4	4	1				
5	27	20	4			2		1
6	9	3	6					
7	45	41	4					
8	1			1				
TOTAL	130	88	35	4	0	2	0	1

A mortalidade está condicionada a indivíduos de pequenas dimensões, o que evidencia uma supressão pela competição entre as árvores que tentam inserir-se no ambiente. A parcela 7 teve a maior representatividade deste parâmetro com 45 árvores mortas, 36,61% do total. A segunda maior mortalidade foi da parcela 3 com 27,69% do total, seguida da parcela 5 com 20,76%. Estes altos níveis de mortalidade estão justamente nas três parcelas com maior número de árvores, a parcela 7 com 675 árv/ha e 6,66% de mortalidade, a parcela 3 com 707 árv/ha e 5,09% de mortalidade e a parcela 5 com 913 árv/ha e 2,95% de mortalidade, sendo todas estas parcelas representantes da tipologia pinheiro com folhosas no dossel, são também as parcelas de maiores índices de pioneirismo, com ambientes antropizados e com as maiores índices de diversidade de espécies.

4.3.3 Ingresso ou Recrutamento

Para a análise deste parâmetro foi considerado o número de árvores que atingiram 10 cm de diâmetro no momento da remedição do ano 2000 e que não haviam atingido este limite mínimo durante a medição do ano de 1998. Ingressaram 355 árvores na floresta total no período de dois anos, representando 10,07% ou taxa de 5,03%.ano⁻¹, média anual de 44 árv/ha.ano⁻¹.

O maior número de ingressos ocorreram nas parcelas 7, 6 e 5. A parcela 7, com 675 árvores teve 157 ingressos, ou seja, 23,26% ou taxa de 78 árv/ha.ano⁻¹, sendo este um valor muito significativo de recrutamento, o que reforça a constatação anterior com a mortalidade na parcela 7, de que se trata de um ambiente em estágio inicial de desenvolvimento. A parcela 6 com 82 árvores e 25% de recrutamento ou 42 árv/ha.ano⁻¹ e a parcela 5 com 40 árvores e 4,37% de recrutamento ou 20 árv/ha.ano⁻¹.

O pinheiro foi a espécie de maior recrutamento na floresta com 76 árvores ou taxa de 7,68% do total de árvores, tendo maiores representatividades nas parcelas 6, 2 e 7, as outras espécies de maior representatividade pela ordem são a erva-mate com 37 árvores (taxa de 5,64%) e a imbuia com 29 (taxa de 10,86%) árvores. Algumas espécies tiveram a mortalidade concentrada somente em uma parcela, a exemplo da capororoca que das 22 árvores mortas teve 21 delas na parcela 7, a imbuia com teve 26 árvores mortas das 29 totais na parcela 7 e o guamirim com 16 árvores das 20 totais, também na parcela 7.

Os dados obtidos sobre este parâmetro estão apresentados na Tabela 11 com o número de árvores ingresso que ocorreram no período de dois anos para cada espécie dentro de cada parcela instalada em campo e também o número médio de árvores mortas por parcela por ano.

TABELA 11 – NÚMERO DE ÁRVORES INGRESSO POR ESPÉCIE E POR PARCELA PARA O PERÍODO DE 1998 A 2000, IDENTIFICANDO TAMBÉM O NÚMERO DE ESPÉCIES ENCONTRADAS EM CADA PARCELA

ESPÉCIE	Nº Árv.	PARCELAS							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Pinheiro-do-Paraná	76	2	18	2	4	1	37	12	
Erva-mate	37					2	6	15	6
Imbuia	29	2	3	3		3		26	
Capororoca	22					1		21	
Capororoquinha	21		10		4	5	2		
Carne-de-vaca	20	1	1			1	14	3	
Guamirim	20			1		2	1	16	
Cataia	16				2	7	5	2	
Leiteiro	13					4		7	2
Canela	9							9	
Caúna	9						1	8	
Vassourão-preto	9		5	4					
Bugreiro	5					3	2		
Maria-mole	5						5		
Mamica-de-porca	4					4			
Pessegueiro-bravo	3						1	2	
Guaraperê	2							1	1
Vassourão	2							2	
Vassourão-cambará	2							2	
Bracatinga	1			1					
Cafezeiro-do-mato	1								1
Canela-lageana	1					1			
Canela-preta	1					1			
Caroba	1					1			
Casearia	1								1
Guamirim-branco	1					1			
Ipê amarelo	1					1			
Miguel-pintado	1								1
Pau-de-anta	1						1		
Vassourão-branco	1								1
Outras espécies	40								
TOTAL	355	5	37	11	10	40	82	157	13
Média anual	177,5	2,5	18,5	5,5	5	20	41	78,5	6,5
N.º de espécies		3	5	5	3	17	15	12	7

O número de árvores ingresso para cada tipologia foi de 15 árvores para a tipologia A com 4,23% do total, 119 árvores para a tipologia B com 33,52% do total e 221 árvores com 62,25% do total. A Tabela 12 mostra um balanço positivo entre o número de árvores que ingressaram e que morreram, a diferença absoluta e a diferença percentual do ingresso em relação a mortalidade. Com um ingresso 95% maior que a mortalidade podemos dizer que, caso não haja intervenção antrópica forte nestas áreas, o pinheiro terá uma boa recuperação de sua estrutura na floresta, basta analisar se a regeneração será distribuída espacialmente de forma regular e quanto tempo levará esta recuperação. Teoricamente, a floresta pode assegurar a manutenção destas espécies na floresta futura.

TABELA 12 – BALANÇO ENTRE A MORTALIDADE E O INGRESSO DAS DUAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FLORESTA ANALISADA

ESPÉCIE	Ingresso	Mortalidade	Dif. absoluta	Balanço
Pinheiro	76	4	72	19:1
Erva-mate	37	9	28	4:1
Outras espécies	242	117	125	2:1
Total	355	130	225	

CONCLUSÕES

Pelas análises dos resultados obtidos neste trabalho conclui-se que:

- Ocorreram 3.524 árvores nas oito parcelas distribuídas em 26 famílias botânicas, 38 gêneros e 57 espécies. A família Araucariaceae, com apenas um gênero, foi a de maior representação com 27,98% do total da floresta, seguida das famílias Myrtaceae com seis gêneros e 11,39% e Lauraceae com seis gêneros e 18,50% de representação na densidade da floresta.

- A área basal média para a floresta total foi de 25,71 m²/ha. O pinheiro teve média de 13 m²/ha e dominância relativa de 52% para a floresta total, e a imbuia e a erva-mate tiveram 4,0 e 2,1 m²/ha e 15,7% e 8,14% da dominância respectivamente. O pinheiro teve 18,20 m²/ha e altura média de 14,35 m dentro da tipologia de pinheiro com gramíneas, 13,7 m²/ha e altura média de 12,87 m dentro da tipologia com predomínio de pinheiros e 10,9 m²/ha e altura média de 10,89 m na tipologia pinheiro com folhosas no dossel, sugerindo um desenvolvimento maior do pinheiro nas clareiras tanto em diâmetro quanto em altura.

- O pinheiro teve altura média de 15,73 m para a floresta total, a imbuia teve 12,67 m, as canelas tiveram 11,09 m e a erva-mate teve 7,63 m de altura. A floresta apresentou dois estratos: o primeiro até 12,5 m de altura com 10% de ocorrência de todas as árvores e acima de 12,5 m com 90%. O pinheiro apresentou três estratos divididos em até 10 m, entre 10 e 18,5 m e acima de 18,5 m com 10%, 60% e 30% respectivamente.

- A distribuição diamétrica para a floresta total apresentou-se com uma curva decrescente na forma de “J-invertido”, e quando esta análise se estendeu para as tipologias, somente a formação mista de pinheiro com folhosas no dossel

apresentou esta curva. O pinheiro, quando analisado individualmente não apresentou a curva com a forma do “J-invertido”. Somente *Araucaria angustifolia* (máximo de 141,9 cm) e *Ocotea porosa* (máximo de 174,1 cm) apresentaram diâmetros superiores a 100 cm.

- A floresta cresceu em diâmetro a uma média 0,1276 cm/ano, sendo que o pinheiro teve crescimento em diâmetro médio de 0,1298 cm/ano, a imbuia teve 0,1330 cm/ano, as canelas tiveram 0,1941 cm/ano e a erva-mate com 0,0034 cm/ano. Os menores coeficientes de variação para o crescimento médio anual foram para as espécies pioneiras, demonstrando menores variabilidades no padrão de crescimento. A tipologia com predomínio de pinheiros teve crescimento 81% maior que a formação de pinheiro com gramíneas e 71% maior que a formação mista de pinheiro com folhosas.

- Ocorreram 130 árvores mortas no período de dois anos e teve uma concentração de 68% na primeira classe de diâmetro. A mortalidade teve 86% de ocorrência na tipologia pinheiro com folhosas, 36,61% na parcela 7, 27,69% na parcela 3 e 20,76% na parcela 5. Foram 355 árvores que ingressaram no período e dentro das parcelas 6, 7 e 2 tiveram respectivamente 25,0%, 23,3% e 23,2% de ingresso. Foram os maiores valores relativos por parcela, sendo que a 2 e a 6 fazem parte de uma mesma tipologia, a com predomínio de pinheiros. Individualmente as espécies tiveram 7,68% de ingresso para o pinheiro, 5,64% para a erva-mate; 10,86 para a imbuia e 14,29 para as canelas. Em um balanço entre o ingresso e a mortalidade, foi evidenciado que o ingresso é 63% maior que a mortalidade, o pinheiro teve neste parâmetro um valor de 95% e a erva-mate de 75%, o que dá plenas condições da floresta recuperar sua estrutura regular.

- O sistema de inventário contínuo com o uso de parcelas permanentes de 1 ha é utilizado por vários pesquisadores no mundo inteiro inclusive no Brasil, sendo que para este estudo de caso teve um desenvolvimento para as condições ecológicas, financeiras e administrativas para o local.

- Apesar do curto período de apenas dois anos, a análise da floresta apresentou mudanças esperadas nos parâmetros estudados sobre a estrutura e a dinâmica da floresta. Este sistema de inventário florestal contínuo demonstrou-se eficiente para o trabalho proposto e os resultados servirão de subsídios importantes para outros estudos de mesma natureza.

RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados deste trabalho sugere-se as seguintes recomendações:

- A continuidade das medições destas parcelas permanentes para melhor consistência dos dados e desenvolvimento de estudos desta natureza na área de estudo e em outras localidades, como por exemplo em São João do Triunfo, pois estas análises das interações entre a estrutura e dinâmica da floresta, fornecerão base de dados que viabilizarão estudos sobre o comportamento e a evolução da floresta;
- Identificação até o nível de espécie, de todos os indivíduos encontrados nas parcelas, cuja conclusão neste trabalho não foi possível ser realizada na sua totalidade;
- A avaliação da estrutura dimensional deve ser mais abrangente, analisando-se além da distribuição diamétrica também a distribuição volumétrica. A avaliação dos processos dinâmicos deve abranger futuramente aspectos volumétricos e possivelmente de biomassa;
- Avaliação da regeneração natural e seu monitoramento, obtendo informações importantes para a perpetuidade da floresta.

BIBLIOGRAFIA

ALDER, D. **Forest Volume Estimation and Yield Prediction**. Rome, F.A.O. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, Vol. 2 – Yield Prediction, 1980. 194p.

ALDER, D.; SYNNOTT, T. J. **Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest**. Oxford Forestry Institute, Tropical Forestry Papers nº 25, 1992. 124p.

BARROS, P.L.C. **Estudo das distribuições diamétricas da floresta do Planalto Tapajós - Pará**. Curitiba, 1980. 123p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BRASIL, PARANÁ. Resolução SEMA nº 031 de 24 de Agosto de 1998. Estabelece requisitos, critérios e procedimentos administrativos referente a Licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural, a serem cumpridos no território do Estado do Paraná. **Diário Oficial do Paraná**, Curitiba, 1998.

BUNYAVEJCHEWIN, S. et al. **Structure and dynamics in seasonal dry evergreen forest northeastern Thailand**. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em :13/dez./2000.

CARVALHO, J. O. P. **Curso de Manejo Florestal Sustentável. Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: EMBRAPA-CNPf, 1997. 253p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 34).

CARVALHO, J. O. P. et al. **Manejo de florestas naturais de trópico úmido com referência especial à Floresta Nacional do Tapajós, no Estado do Pará**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. 14p. (EMBRAPA-CNPf. Documentos, 26).

CARVALHO, J.O.P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. Curitiba, 1982. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CHANDRASHEKARA, U. M. et al. **Evaluating plant diversity in different types of Kerala by laying out permanent sample plots**. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em :13/dez./2000.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3. ed. New York: J. Wiley, 1977. 428p.

CORAIOLA, M. Caracterização estrutural de uma Floresta Estacional Semidecidual localizada no município de Cássia - MG. Curitiba, 1997. 196p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DEWALT, S. J. et al. Ethnobotany of the Tacana: quantitative inventories of two permanent plots of northwestern Bolivia. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em :13/dez./2000.

DURIGAN, M. E. Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo - PR. Curitiba, 1999. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FAO. Manual of forest inventory with special reference to mixed tropical forests. Rome, F.A.O. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1973. 200p.

FINGER, C. A. G. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

FONT-QUER, P. Dicionário de botânica. Barcelona: Labor, 1975. 1244p.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS. Inventário florestal do pinheiro no sul do Brasil. Relatório Final. Convênio: FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais e IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Curitiba, 1978. 327p.

GALVÃO, F. Métodos de levantamento fitossociológico. In: Curso: A vegetação Natural do Estado do Paraná. Curitiba: IPARDES-CTD, 1994.

GAUTO, O. A. Análise da dinâmica e impactos da exploração sobre o estoque remanescente (por espécie e por grupos de espécies similares) de uma Floresta Estacional Semidecidual em Misiones - Argentina. Curitiba, 1997. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GOMIDE, G. L. A. Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá. Curitiba, 1997. 179p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

GRAHAM, R.; DALLMEIER, F.; COMISKEY, J. A. Quantitative ethnobotany: a tool linking permanent plot research to forest use in the Beni Biosphere Reserve, Bolivia. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em :13/dez./2000.

HOSOKAWA, R. T. **Manejo de florestas tropicais úmidas em regime de rendimento sustentado**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1981. 125p. Relatório.

HOSOKAWA, R. T. **Manejo e economia de florestas**. Roma: FAO/ONU, 1986. 125p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: John Wiley e Sons, 1972. 410p.

IBDF. **Inventário florestal nacional: florestas nativas – Paraná / Santa Catarina**. Curitiba: FUNPAR, 1984. 309p.

LAMPRECHT, H. **Ensayo sobre estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario “El Caimital” Estado Barinas**. Revista Forestal Venezolana, 7(10-11): 77-119, 1964.

LAURENCE, W. F. et al. **Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities**. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em :13/dez./2000.

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. Curitiba, 1980. 198p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: CODEPAR, 1968. 350p.

MULLER-DOMBOIS, E.; ELLENBERG, F. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley e Sons, 1974. 547p.

ODUM, E.P. **Ecologia**. São Paulo: Pioneira, 1977. 210p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Câmara Brasileira do Livro, S.P., 1997. 316p.

PIRES-O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e modelagem de florestas tropicais**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 1995. 400p.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. Curitiba, 1999. 172f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

PROBIO. **Diagnóstico de Remanescentes Florestais**. Curitiba, FUPEF (Relatório Final), 2001, 452p.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura forestal**. San José, Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ): Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA), Série Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible, nº 1, 1997. 586p.

REIS, A. Experiências silviculturais para o manejo de rendimento sustentado dentro do domínio da Floresta Tropical Atlântica. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7. e CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993. Curitiba, PR, **Anais**. São Paulo: SBS-SBEF, 1993. v. 3, p. 197-201.

REITZ, Pe. R.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: Araucariaceae**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 62p.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S.; GALVÃO, F. As Regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Acta Forestalia Brasiliensis**, v. 1, 2ª ed., 1998. 5p.

SANQUETTA, C. R.; TETTO, A. F. **Pinheiro-do-Paraná: lendas e realidades**, Curitiba: Fundação de pesquisas Florestais do Paraná, 1999. 112p.

SANQUETTA, C. R. **Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama h-M**. *Ciência Florestal*, 5(1): 55-68, 1995.

SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: FUPEF – Série Didática n.º 08, 1996. 59p.

SCHAAF, L. B. **Florística, estrutura e dinâmica no período de 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. Curitiba, 2001. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SILVA, J. N. M. **Curso de Manejo Florestal Sustentável. Tópicos em manejo florestal sustentável**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 253p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 34).

SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A. **Inventário florestal contínuo em Florestas Tropicais: a metodologia usada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia Brasileira**. Belém: EMBRAPA-CPATU. 1984. 33p. (Documentos 33).

SOUZA, M. F. R. **Definição do tamanho da unidade amostral para monitoramento de planos de manejo em Floresta Tropical no Estado do Maranhão**. Curitiba, 1996. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

SPURR, S. H. **Forest inventory**. The Ronald Press Company. New York, 1952. 476p.

TELLO, J. C. R. **Eficiência e custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em uma floresta nativa de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze. no sul do Brasil**. Curitiba, 1980. 198f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

VALENCIA, R. et al. **Diversity and family composition of trees in different regions of Ecuador: a sample of 18 one hectare plots**. Disponível em: <<http://www.bc.ufpr.br.treecd>> Acesso em 13/dez./2000.

VANCLAY, J. K. **Modelling forest growth and yield: Applications to Mixed Tropical Forests**, CAB International, 1994. 312p.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. e LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 1991. 123p.

WHITMORE, T. C. **An introduction to Tropical Rain Forests**. Oxford University Press, 1990. 226p.

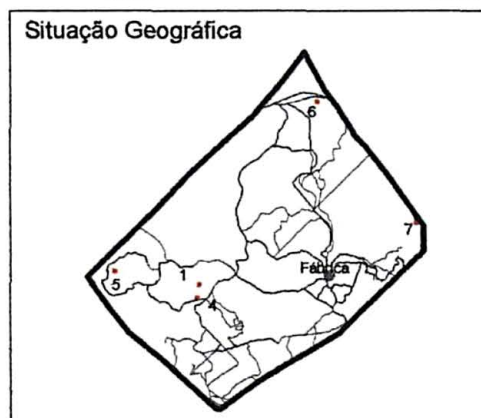
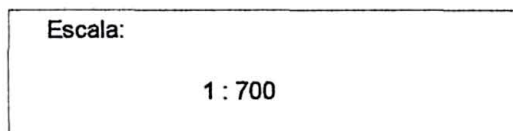
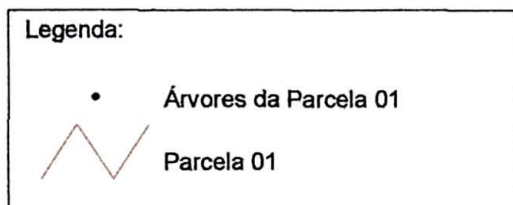
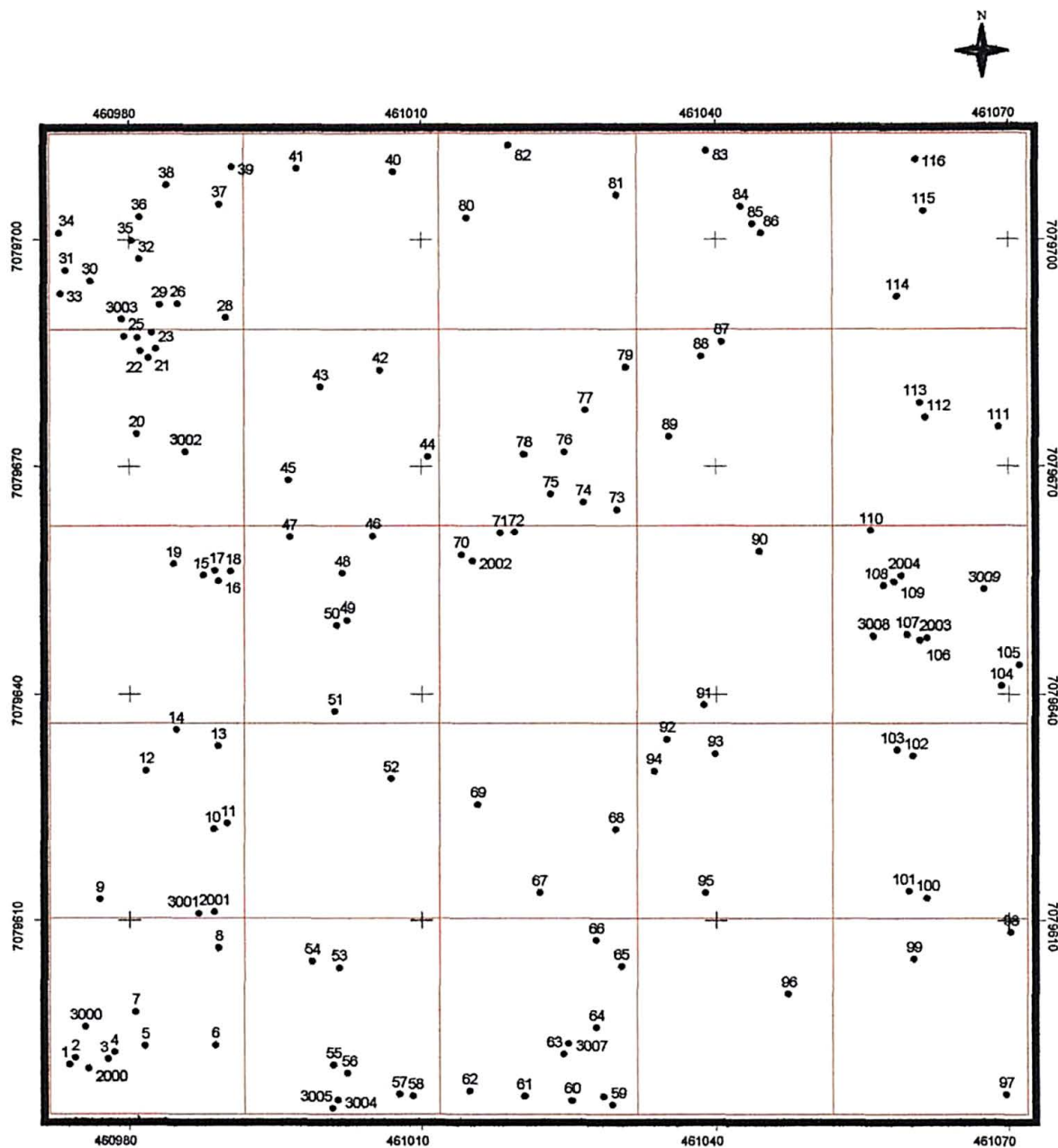
ANEXOS

ANEXO 1 - EXEMPLO DE FICHA DE CAMPO UTILIZADA NAS REMEDIÇÕES DE 1998 A 2000 PARA A COLETA DE DADOS, NO CASO DIÂMETROS E ALTURAS. AS MEDIÇÕES DOS ANOS ANTERIORES AUXILIAM POSSÍVEIS CORREÇÕES NO MOMENTO DA TOMADA DOS DADOS

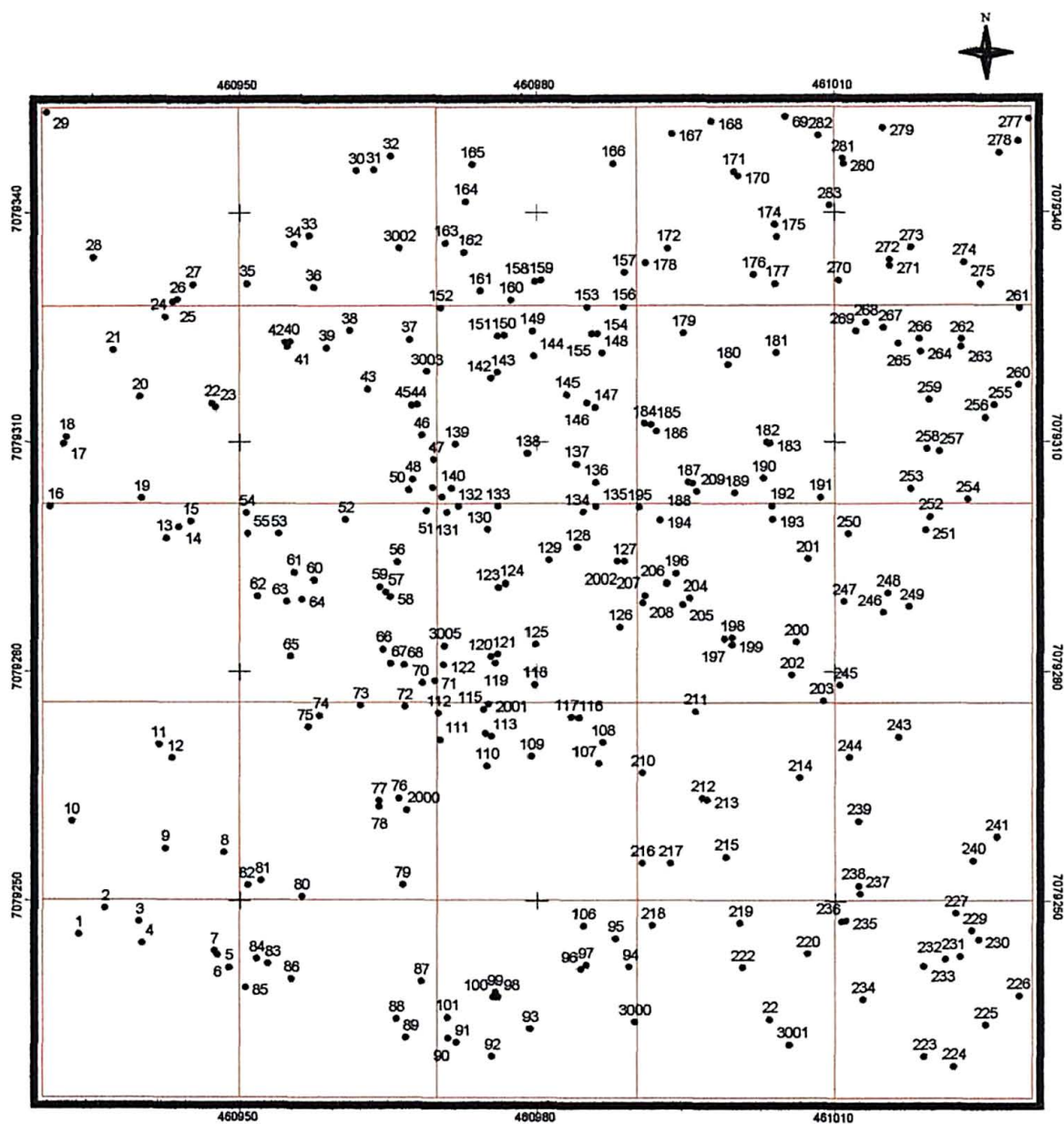
Parcela 01 – Invernada – Indústrias Pedro N. Pizzatto

Nº	Subparcela	Nome comum	CAP98	CAP99	CAP00	Hc	ht	Observação
1	1	Cataia	40,0	40,0	40,0	3,50	8,00	
2	1	Cataia	33,0	33,0	33,0	4,25	7,50	
3	1	Pinheiro-do-paraná	98,0	98,5	98,0		16,75	
4	1	Voadeira	52,0	51,5	50,9	1,50	5,50	
5	1	Pinheiro-do-paraná	131,0	132,0	132,6		19,75	Ápice danificado
6	1	Pinheiro-do-paraná	207,0	213,0	214,7		20,00	
7	1	Pinheiro-do-paraná	140,0	139,0	139,5		16,25	Ápice danificado
8	2	Erva-mate	40,0	40,0	42,2	1,75	3,00	
9	2	Pinheiro-do-paraná	151,0	153,0	156,5		20,50	Ápice danificado
10	2	Leiteiro	46,0	48,0	49,5	4,75	6,75	
11	2	Erva-mate	58,0	58,0	60,0	2,50	5,00	
12	2	Canela-lageana	167,0	167,0	167,5	1,75	8,25	
13	2	Pinheiro-do-paraná	178,0	179,0	180,0		20,75	Ápice danificado
14	2	Pinheiro-do-paraná	128,0	130,0	128,5		20,00	Ápice danificado
15	3	Erva-mate	48,0	48,0	48,4	3,50	4,25	
16	3	Erva-mate	43,0	43,0	43,0	2,75	2,75	
17	3	Cataia	33,0	33,0	33,2	0,75	6,00	
18	3	Cataia	33,0	34,0	33,7	0,75	5,75	
19	3	Pinheiro-do-paraná	211,0	210,0	211,5		21,00	Ápice danificado
20	4	Pinheiro-do-paraná	140,0	140,0	140,0		16,00	Ápice danificado
21	4	Cataia	43,0	44,0	44,3	4,25	6,00	
22	4	Canela	160,0	160,0	160,0	6,00	16,00	
23	4	Cataia	35,0	34,5	33,8	3,00	6,00	
24	4	Cataia	38,0	38,0	37,2	1,25	6,00	
25	4	Cataia	33,0	33,0	32,5	2,75	5,50	
26	4	Cataia	32,0	32,5	32,3	2,75	6,00	
27	4	Leiteiro	44,0	47,0	48,3	6,50	8,75	
28	4	Caroba	57,0	57,0	58,5	2,75	7,75	
29	4	Cataia	36,0	37,0	36,4	2,50	6,50	
30	5	Cataia	35,0	36,0	36,0	1,50	4,75	
31	5	Cataia	68,0	68,0	68,0	4,50	8,00	
32	5	Cataia	36,0	36,5	36,0	3,50	6,00	
33	5	Erva-mate	35,0	34,0	33,9	0,50	1,75	
34	5	Pinheiro-do-paraná	107,0	107,0	107,7		17,00	
35	5	Pinheiro-do-paraná	184,0	180,0	181,0		19,25	

ANEXO 2 - MAPA DA PARCELA 1. TODAS AS ÁRVORES ESTÃO REPRESENTADAS PELOS SEUS RESPECTIVOS NÚMEROS, QUE APARTIR DE 1000 REPRESENTAM OS INGRESSOS DO ANO DE 1999, APARTIR DE 2000 REPRESENTAM O ANO DE 2000 E ASSIM SUCESSIVAMENTE



ANEXO 3 - MAPA DA PARCELA 4. TODAS AS ÁRVORES ESTÃO REPRESENTADAS PELOS SEUS RESPECTIVOS NÚMEROS, QUE APARTIR DE 1000 REPRESENTAM OS INGRESSOS DO ANO DE 1999, APARTIR DE 2000 REPRESENTAM O ANO DE 2000 E ASSIM SUCESSIVAMENTE



Legenda:



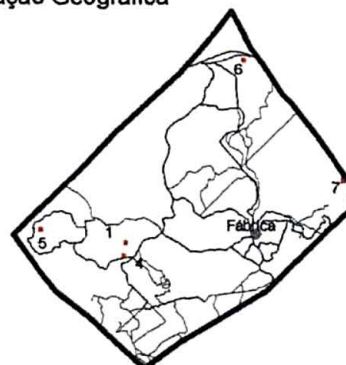
Árvores da Parcela 04

Parcela 04

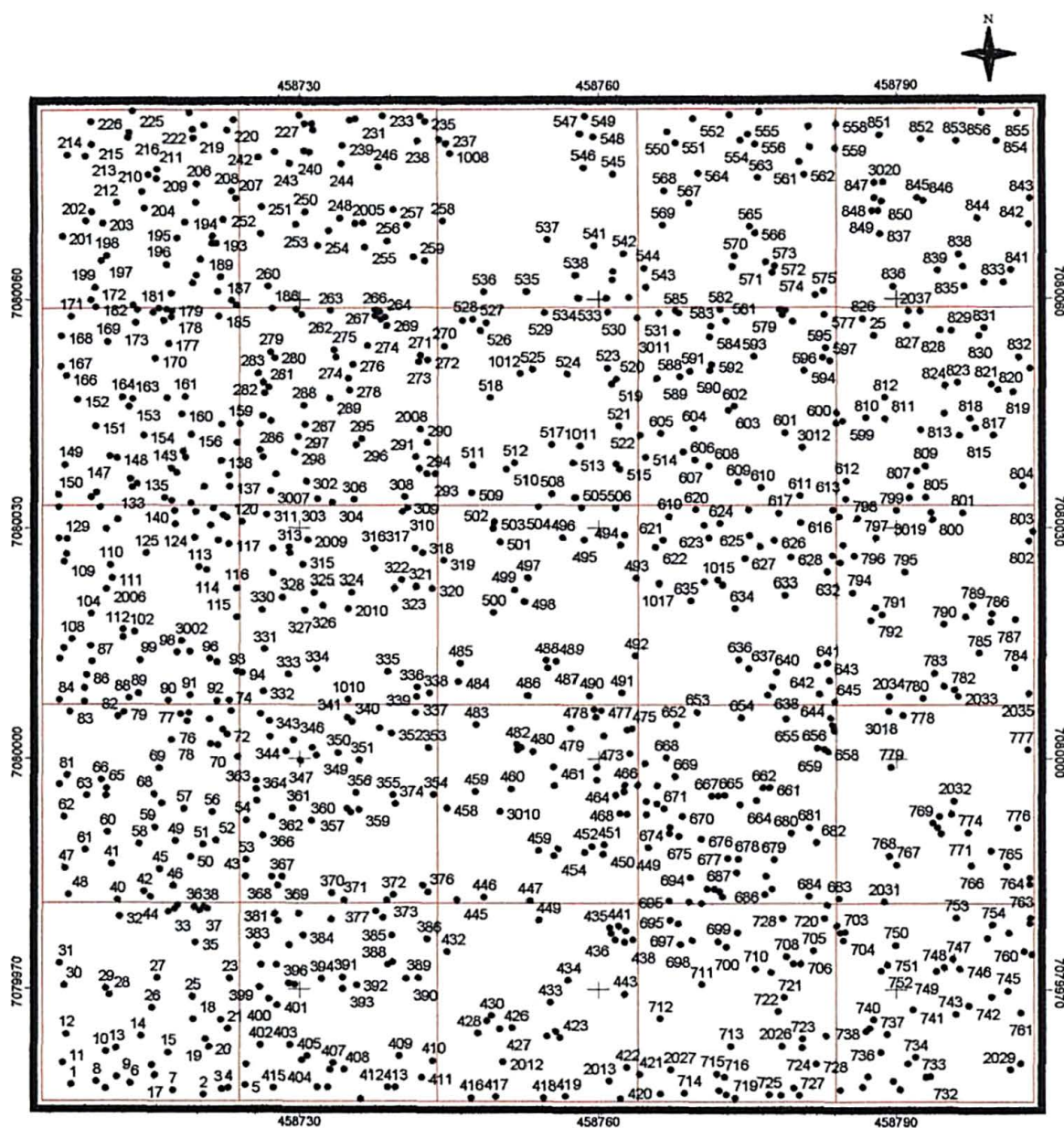
Escala:

1 : 700

Situação Geográfica



ANEXO 4 - MAPA DA PARCELA 5. TODAS AS ÁRVORES ESTÃO REPRESENTADAS PELOS SEUS RESPECTIVOS NÚMEROS, QUE APARTIR DE 1000 REPRESENTAM OS INGRESSOS DO ANO DE 1999, APARTIR DE 2000 REPRESENTAM O ANO DE 2000 E ASSIM SUCESSIVAMENTE



Legenda:



Árvores da Parcela 05

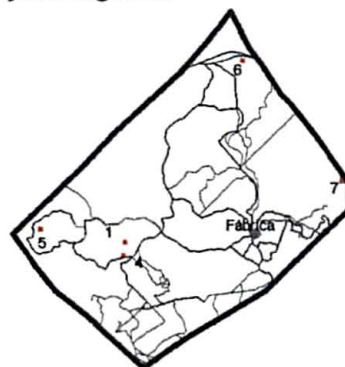


Parcela 05

Escala:

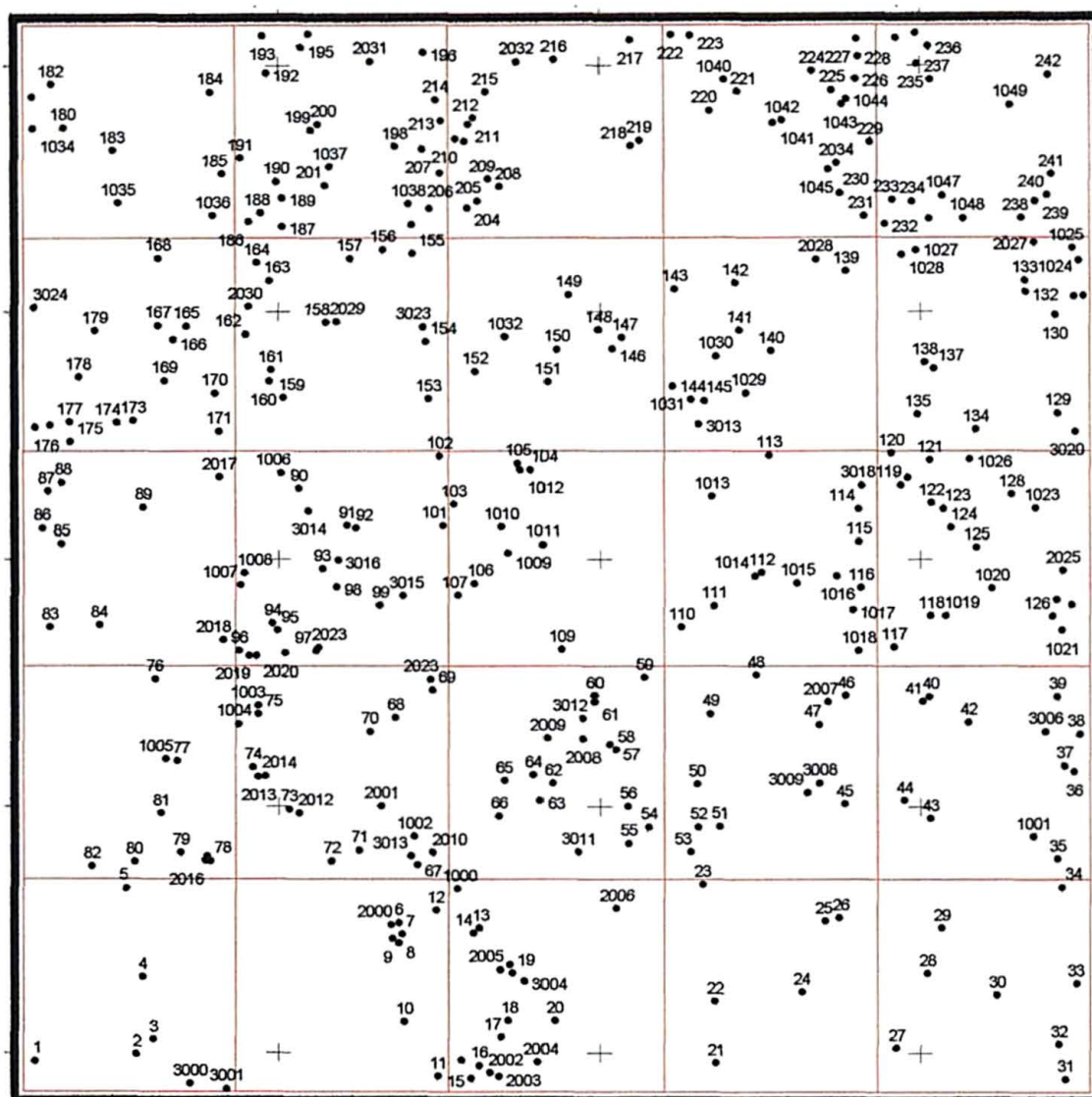
1 : 700

Situação Geográfica



20 0 20 Metros





•

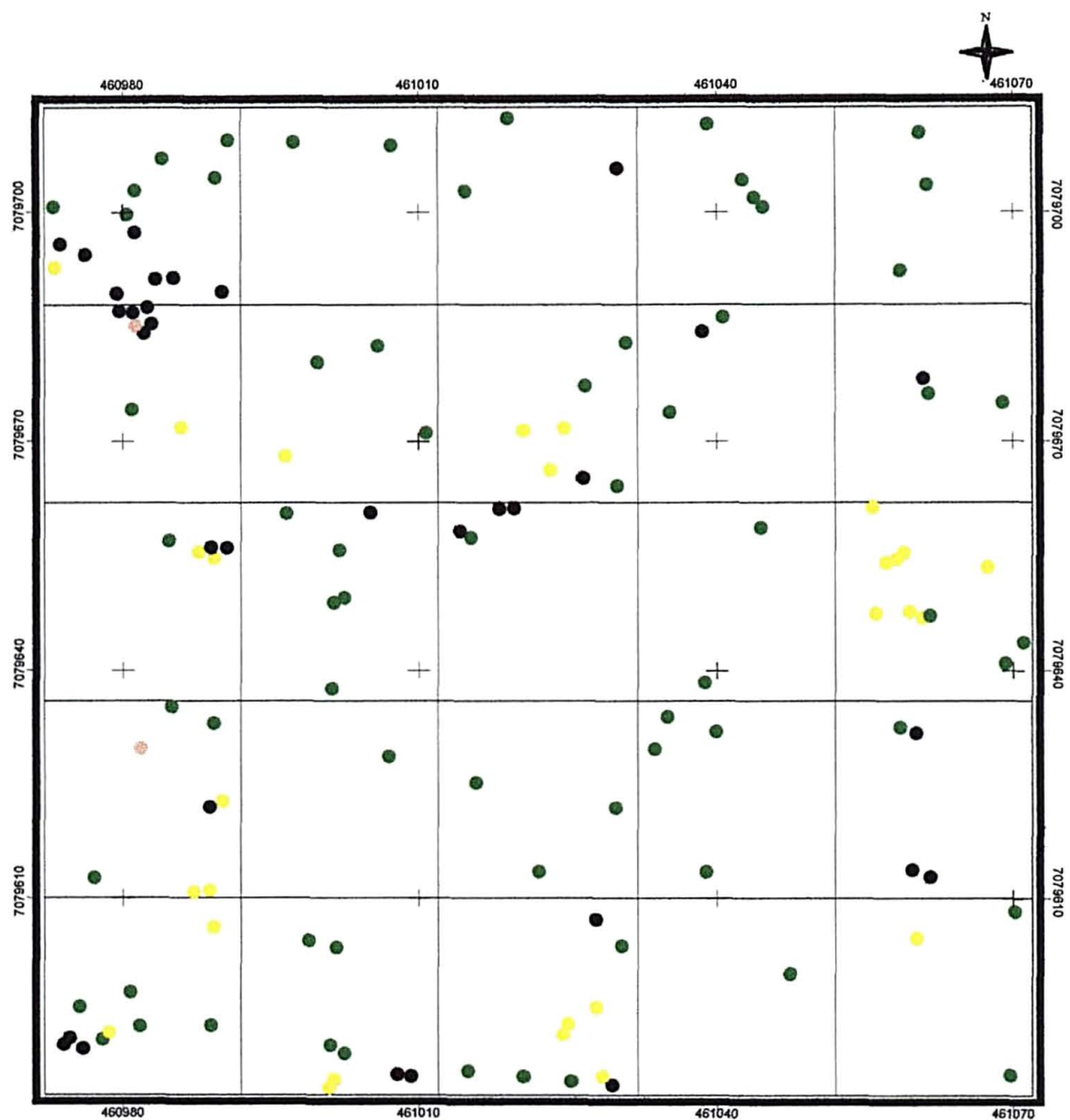
Escala:

1 : 700

20 0 20 Metros

20 0 20 Metros

ANEXO 7 - MAPA DA PARCELA 1 DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA FLORESTA



Legenda:

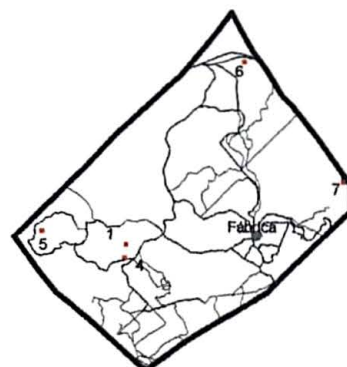
- Canela
- Erva-mate
- Pinheiro-do-parana
- Outras

Escala:

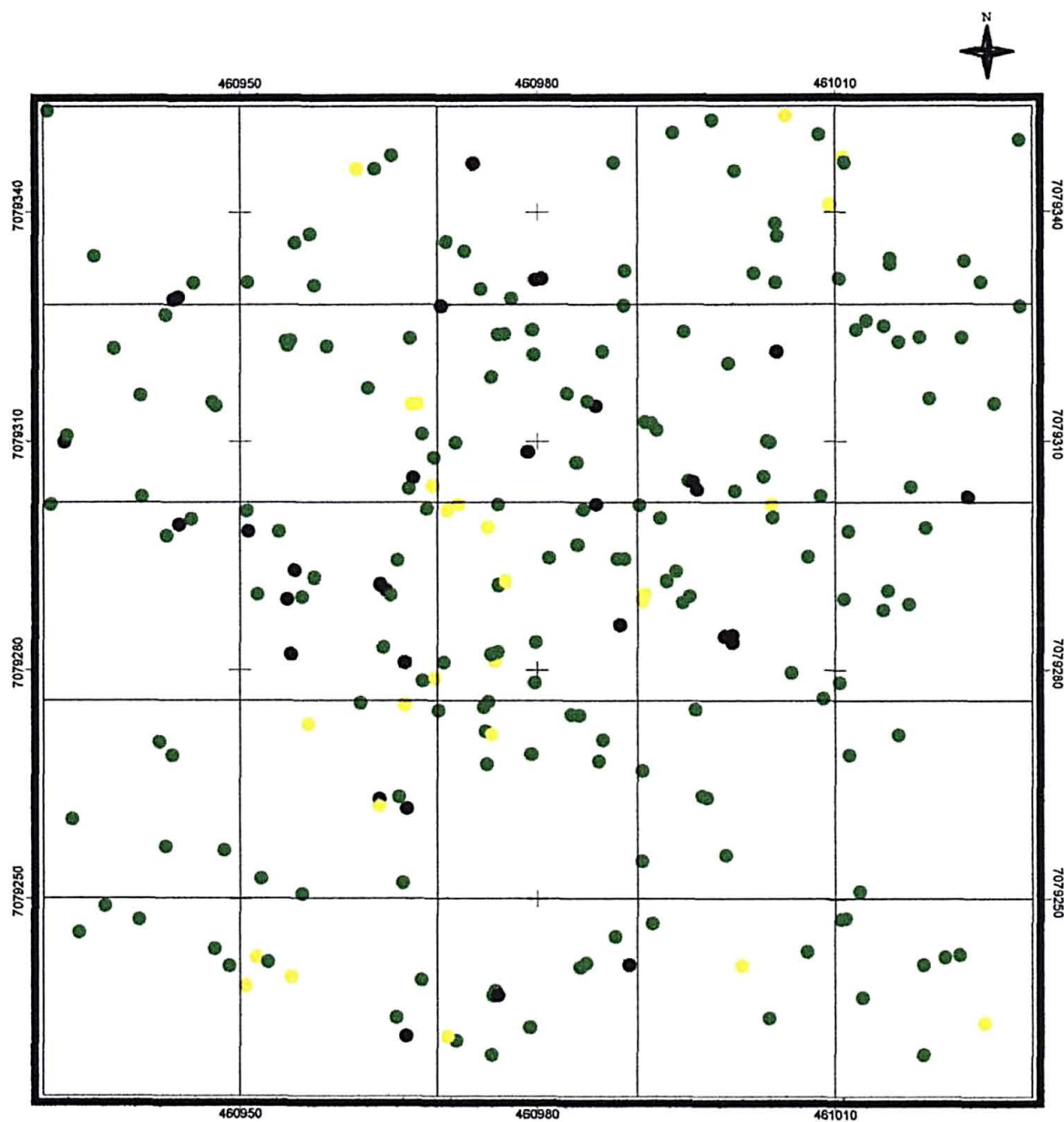
1 : 700



Situação Geográfica



ANEXO 8 - MAPA DA PARCELA 4 DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA FLORESTA



Legenda:

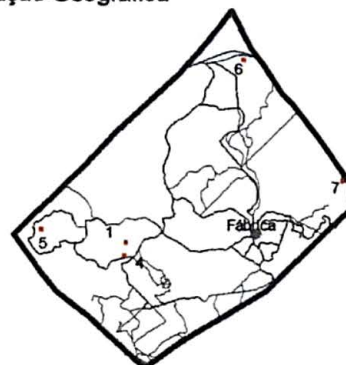
- Canela
- Erva-mate
- Pinheiro-do-parana
- Outras

Escala:

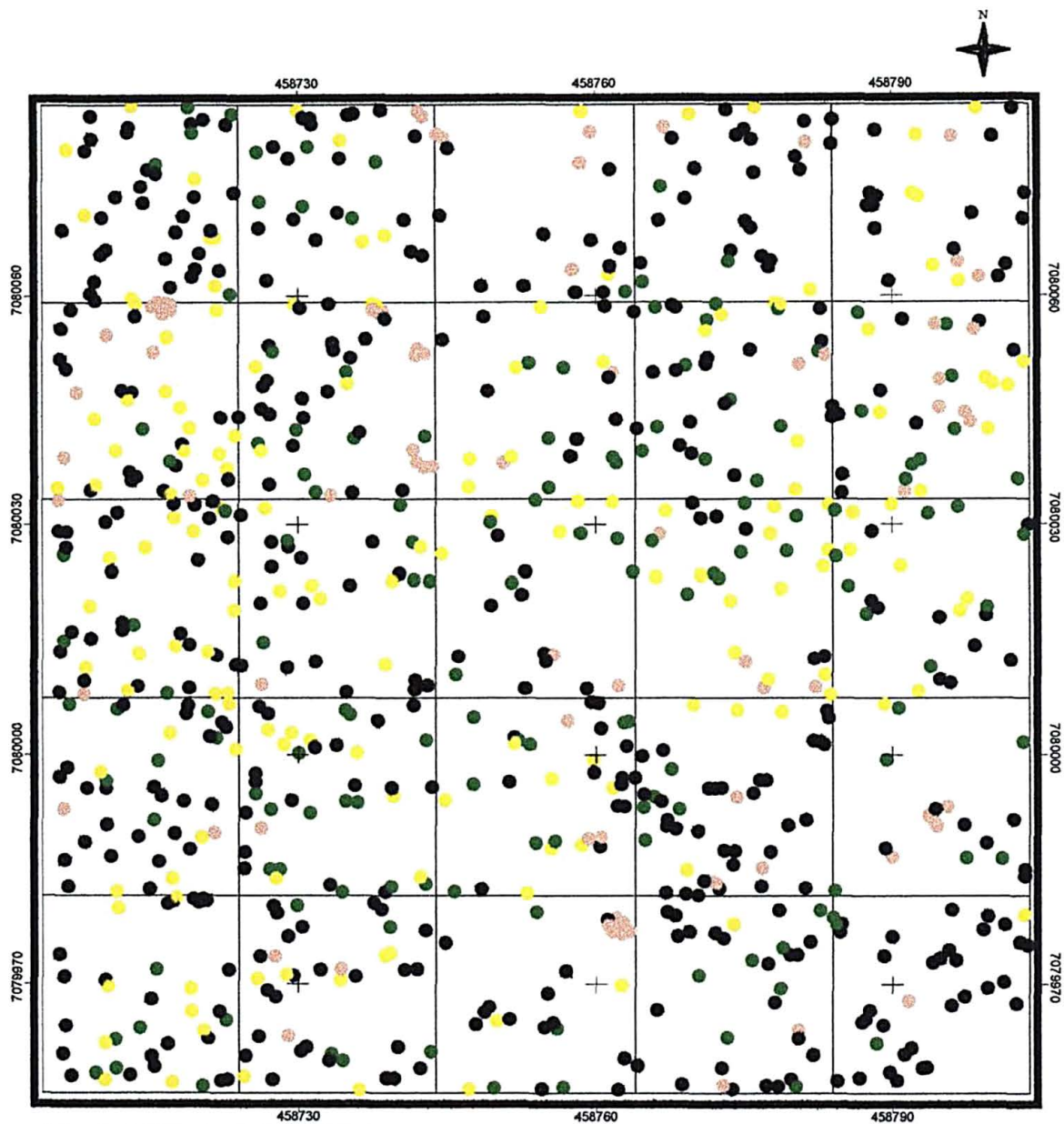
1 : 700



Situação Geográfica



ANEXO 9 - MAPA DA PARCELA 5 DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA FLORESTA



Legenda:

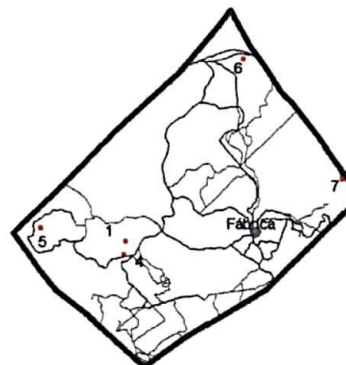
- Canela
- Erva-mate
- Pinheiro-do-parana
- Outras

Escala:

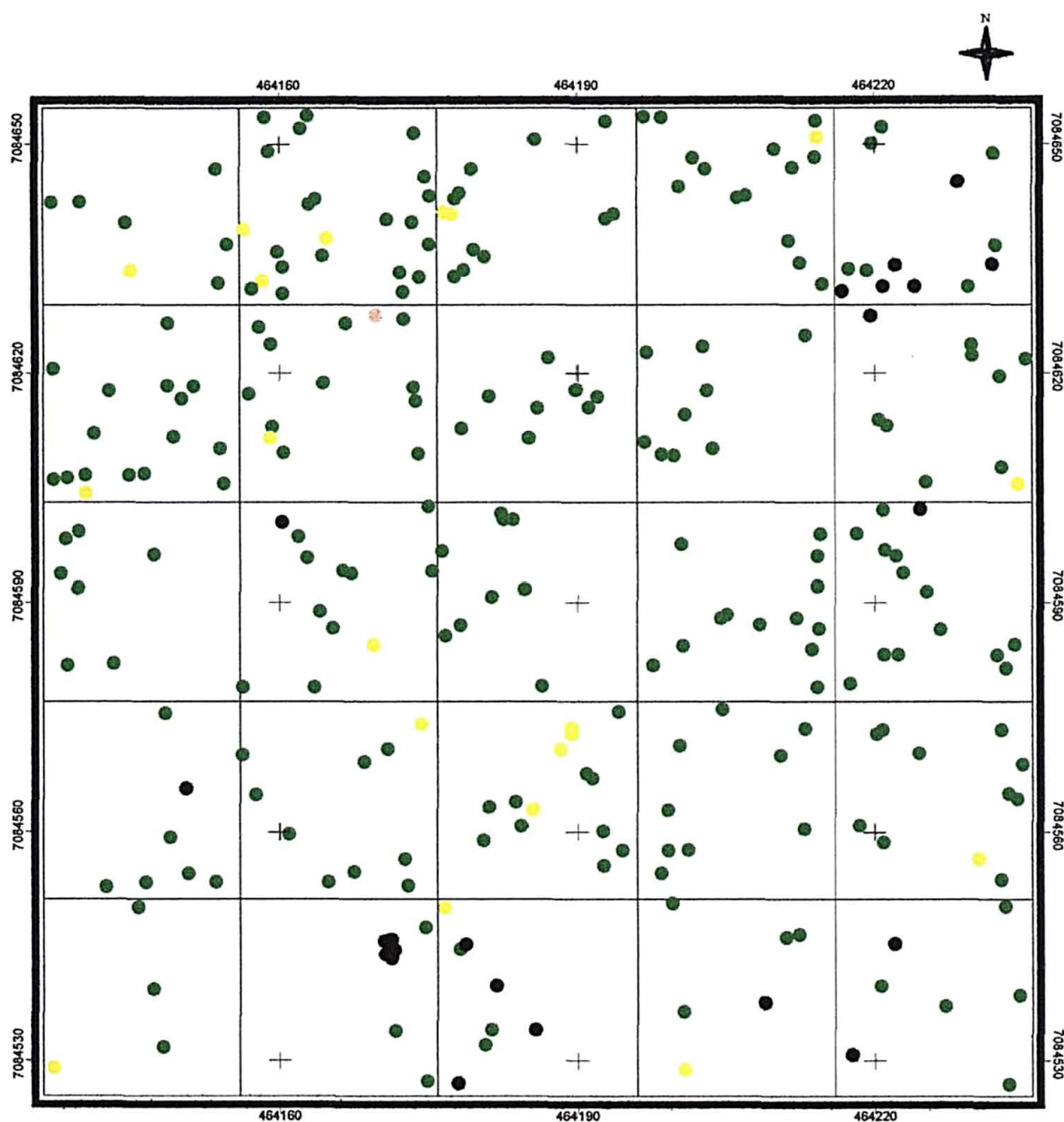
1 : 700

20 0 20 Metros

Situação Geográfica



ANEXO 10 - MAPA DA PARCELA 6 DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA FLORESTA



Legenda:

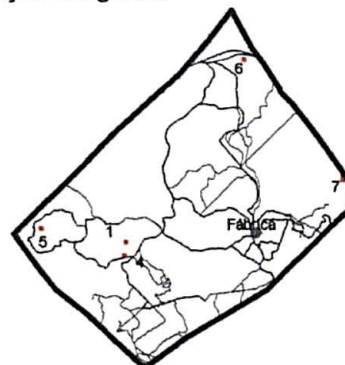
- Canela
- Erva-mate
- Pinheiro-do-parana
- Outras

Escala:

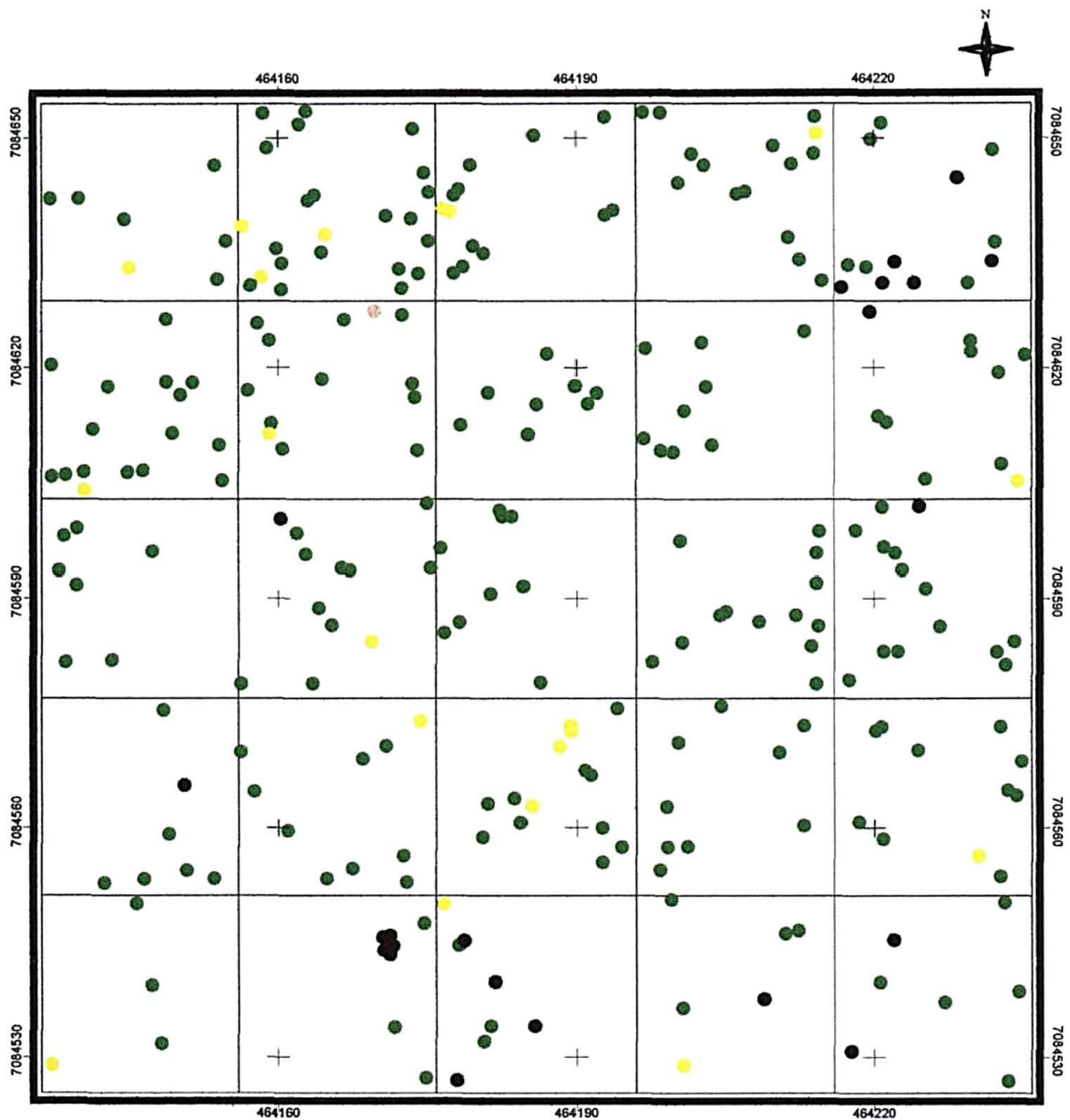
1 : 700

20 0 20 Metros

Situação Geográfica



ANEXO 11 - MAPA DA PARCELA 7 DESTACANDO A DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DA FLORESTA



Legenda:

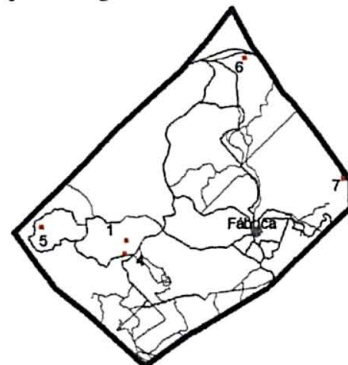
- Canela
- Erva-mate
- Pinheiro-do-parana
- Outras

Escala:

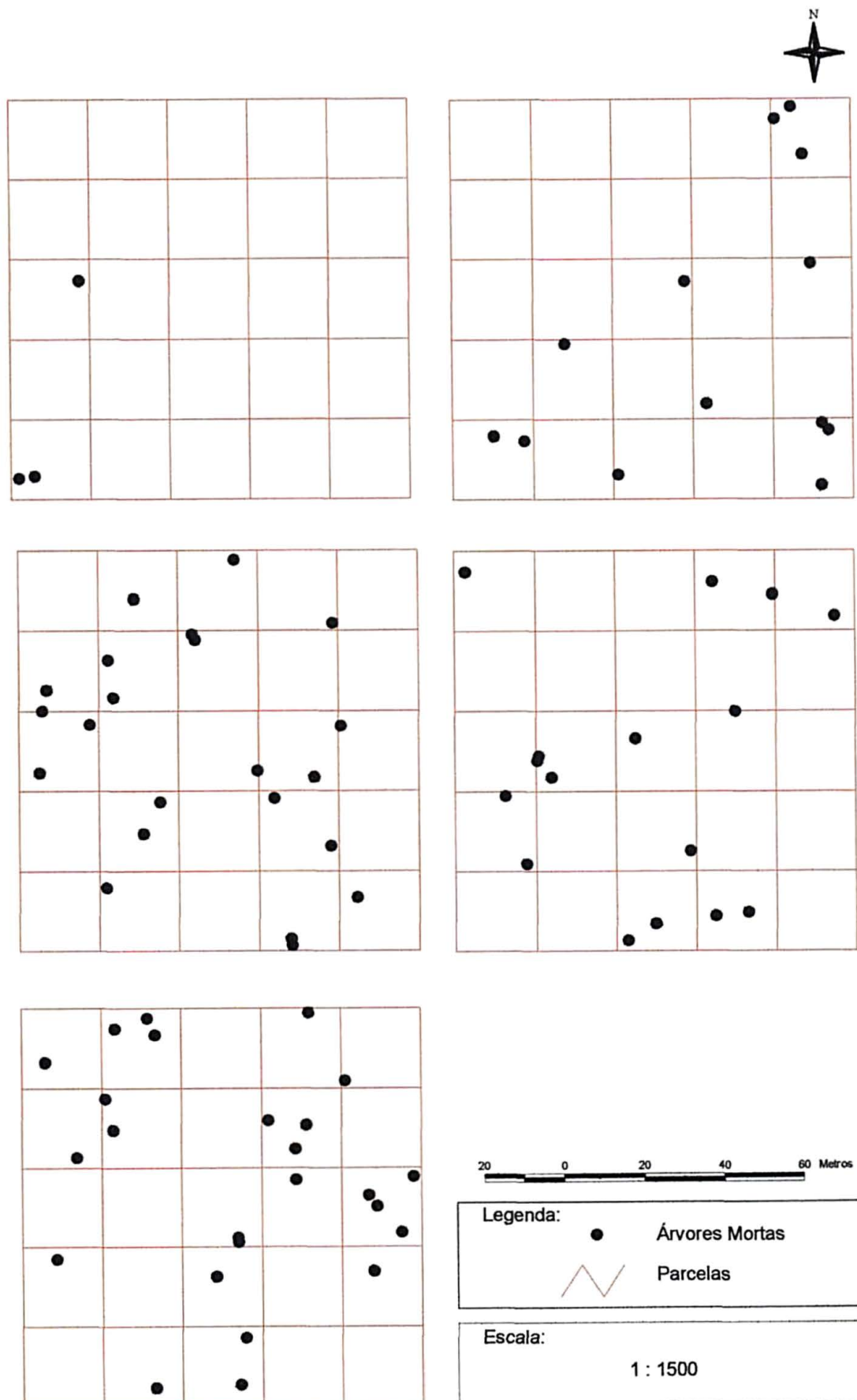
1 : 700



Situação Geográfica



ANEXO 12 - REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁRVORES MORTAS NAS PARCELAS



ANEXO 13 - REPRESENTAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁRVORES INGRESSAS NAS PARCELAS

